

OBSERVAÇÕES SÔBRE A DISTRIBUIÇÃO DO SEXO NO MAMÃO

E. A. GRANER

Escola Superior de Agricultura
"Luiz de Queiroz"
da
Universidade de S. Paulo

1) INTRODUÇÃO

Bastante conhecido de quasi todas as pessôas é o fato do mamoeiro ou mamão (*Carica papaya* L.) se apresentar com o sexo separado em diferentes indivíduos, dando lugar aos chamados *mamão fêmea* e *mamão macho*, respectivamente plantas que só produzem frutos e plantas com inflorescência em forma de cordão e não produzindo frutos. Nestas últimas um ou poucos frutos muitas vezes podem se desenvolver, os quais se caracterizam pela sua forma muito alongada e por ficarem suspensos na planta por meio de um cordão muito longo. Menos conhecido porém é o fato dos dois sexos se apresentarem reunidos numa mesma planta, dando lugar ao *mamão hermafrodito*. As formas dióicas, isto é, com os sexos separados em diferentes plantas, são as mais geralmente encontradas, provavelmente devido ao efeito de uma seleção que vem sendo realizada desde muitos tempos.

O mamão fêmea produz frutos bastante uniformes numa mesma planta, com pequenas variações apenas quanto ao tamanho, enquanto que a planta hermafrodita apresenta, além de uma produção irregular, muita variação quanto à forma do fruto.

Planta americana, cuja origem exata não se encontra ainda bem determinada, desenvolve-se satisfatoriamente em todas

as regiões tropicais e sub-tropicais e apresenta uma grande variabilidade, principalmente com relação aos seus frutos (forma, tamanho, côr, textura, etc.) exigindo assim um trabalho de melhoramento antes que culturas em grande escala possam ser planejadas com maiores probabilidades de êxito. O fruto, conforme a variedade, pôde ser muito saboroso, dêle extraindo-se a papaina, de grande valor medicinal. Cerca de cinquenta diferentes usos são também conhecidos, dos quais porém só uma pequena parte tem sido mais ou menos utilizada (4).

Para obter uma idéa sôbre o comportamento do sexo, afim de planejarmos experiências mais detalhadas, fizemos uma plantação em 1937 e vários cruzamentos em 1938, dos quais porém só uma muito pequena parte foi analisada. Os resultados obtidos, além de muito interessantes, fornecem já uma base para a realização de novos cruzamentos e além disso, concordam com os resultados obtidos por HOFMEYR (2,3), na África do Sul.

2) TÉCNICA

As flôres femininas do mamão são bastante grandes, cerca de 5 cms. em média, no momento da polinização, oferecendo assim grande facilidade para os trabalhos de cruzamento. Além disso, as formas dióicas, não necessitando emasculação, contribuem para que se obtenha uma porcentagem melhor de pegamento. Um pouco antes da abertura das flôres femininas elas são protegidas por um saquinho fabricado de um pano bastante fino e medindo cerca de 8 x 5 centímetros. Êstes saquinhos possuem na sua abertura um barbante que, percorrendo toda a sua bôca permitem um fechamento bastante satisfatório, de maneira a ficarem as flôres femininas bem protegidas e portanto livre de contaminação por polinização natural, que é efetuada principalmente por insétos. Esta técnica difere da usada por HOFMEYR (3) somente no que diz respeito ao saquinho usado, que no seu caso foi de papel e ficava preso ao pecíolo da folha por meio de clips. Uma vez que os resultados em ambos os casos foram satisfatórios, não podemos

dizer que um método seja melhor que o outro, porém pensamos que os saquinhos de pano, oferecendo uma ventilação melhor que os de papel, possam apresentar uma porcentagem maior de pegamento.

As flôres masculinas não precisam de nenhuma proteção, bastando somente utilizar aquelas que ainda não se abriram e tenham já pólem solto. As pétalas são então removidas e as antéras esfregadas no estigma da flôr feminina, quando esta tenha se aberto naturalmente e o que póde facilmente ser verificado por transparencia, sem necessidade de ser retirado o saquinho.

Efetuada a polinização, os saquinhos voltam a cobrir as flôres e nela ficam até que os estigmas sequem, e o que se verifica cerca de 10 dias após a polinização. Os saquinhos são depois removidos, ficando somente uma etiqueta indicando o cruzamento realizado, presa ao pedunculo da flôr.

Em se tratando de formas hermafroditas, as antéras precisam ser removidas alguns dias antes da abertura da flôr, pois a dehiscencia se verifica pouco antes dessa abertura. HOFMEYR (3) recomenda, para cruzamentos de formas hermafroditas, utilizar pólem de plantas com caracteres dominantes, como coloração amarela da flôr ou coloração vermelha da planta, utilizando-se depois as plantas que exhibirem o caracter dominante e evitando assim de se machucar a flôr na ocasião da emasculação, o que, muitas vezes, póde prejudicar o desenvolvimento do fruto.

3) CRUZAMENTOS

Dentre os vários indivíduos plantados em nosso campo experimental observámos, já desde início que, além das formas típicas de mamão fêmea e de mamão macho, muitos dêles pareciam dar uma certa idéa de intermediaridade. Assim, nosso primeiro cuidado consistiu em observar as plantas durante algum tempo e separar aquelas que se apresentavam como ótimas representantes do tipo macho, com inflorescência em cordão e não produzindo nenhum fruto. Outras plantas foram

tambem separadas como possuindo flôres como nas formas completamente fêmeas, sem cordão, porém masculinas. Estas flôres eram bastante semelhantes àquelas produzidas nas formas macho de cordão e estas plantas foram porisso consideradas como macho sem cordão, mas, como verificaremos adiante, tais plantas não eram masculinas.

Além do sexo, as plantas apresentaram muita variação com relação à diversos caractéres como côr e tamanho da flôr, côr e tamanho da planta, forma dos frutos, etc., mas para estas experiências preliminares, resolvemos deixar por emquanto tais caractéres de lado, limitando-nos sòmente à distribuição do sexo.

Do cruzamento de uma planta completamente fêmea, que na coleção recebeu o número 8, com uma planta macho de cordão, n.º 15, obtivemos um total de 386 sementes, que deram uma ótima porcentagem de germinação. Infelizmente não tínhamos à nossa disposição espaço suficiente para plantação de todos os indivíduos e porisso selecionámos apenas uma parte, tirada ao acaso da caixa de germinação e que foi plantada no campo para observação. Analizadas posteriormente, quando em florescimento, constatou-se o resultado contido no quadro a seguir:

| Cruzamento | Mamão fêmea | Mamão macho | Total | |
|----------------------------|-------------|-------------|-------|--------------|
| $\frac{8 \times 15}{1938}$ | 27 | 37 | 64 | |
| Esperado 1:1 | 32 | 32 | 64 | |
| χ^2 | 0,78 | 0,78 | 1,56 | P ~ 0,20 (1) |

Todas as 27 plantas fêmeas obtidas eram completamente fêmeas, apresentando depois muita variação sòmente com relação à forma do fruto. As 37 plantas macho obtidas distribuíram-se

(1) Valores de P aproximados.

irregularmente entre plantas completamente sem frutos e plantas produzindo um ou mais frutos, sempre alongados, todas as plantas sendo porém típicas da forma macho de cordão.

Um outro cruzamento de uma planta fêmea típica, N.º 10, com uma planta macho de cordão e sem frutos, N.º 28, apresentou a segregação seguinte com relação ao sexo:

| Cruzamento | Mamão fêmea | Mamão macho | Total | |
|---------------|-------------|-------------|-------|----------|
| 10x28 1938 | 34 | 38 | 72 | |
| Esperado 1:1 | 36 | 36 | 72 | |
| χ^2 | 0,11 | 0,11 | 0,22 | P ~ 0,60 |

Os mesmos resultados do caso anterior obtivemos aqui, como plantas completamente fêmeas, apresentando mais tarde variação na forma do fruto e plantas macho de cordão, produzindo ou não alguns frutos alongados. Também, pela mesma razão anterior, plantamos somente uma parte das 614 sementes obtidas.

Num outro cruzamento, usando como planta completamente fêmea a de n.º 3 e como planta macho a de n.º 32, esta última sem cordão e portanto com flôres masculinas colocadas como as flôres produzidas pelas plantas fêmeas, obtivemos o resultado seguinte, da plantação de uma parte das 676 sementes obtidas:

| Cruzamento | Mamão fêmea | Mamão hermafrodito | Total | |
|--------------|-------------|--------------------|-------|----------|
| 3x32 1938 | 42 | 38 | 80 | |
| Esperado 1:1 | 40 | 40 | 80 | |
| χ^2 | 0,10 | 0,10 | 0,20 | P ~ 0,60 |

Podemos verificar, por êste resultado, que a planta utilizada como macho neste cruzamento e que foi, à primeira vista, considerada como macho, sem cordão, não o era na sua constituição genética.

Nas 42 plantas fêmeas obtidas, observamos resultados idênticos aos dos casos anteriores: plantas completamente fêmeas, com variação na forma dos frutos. Nas 38 plantas hermafroditas, pudemos constatar uma variação muito maior, não só quanto à forma dos frutos, que são muito irregulares, muitas vezes num mesmo indivíduo, como também nas flôres hermafroditas. Os tipos de flôres hermafroditas mais frequentes foram aqueles onde o ovário é mais ou menos arredondado e as antéras, em número de 5, ficam presas por meio de seu filete longo, à base do ovário, e aqueles onde o ovário se apresenta completamente alongado, com as antéras em número de 10, ficando presas na parte mediana das petalas pelo filete que é muito curto. Variações indicando transição entre êsses dois tipos foram observadas. Muitas plantas hermafroditas possuem sômente o tipo de flôr com ovário alongado e 10 antéras presas ao meio das petalas, parecendo indicar que esta forma de hermafroditismo é talvez a mais frequente. Nestas últimas plantas a variação dos frutos, num mesmo indivíduo, não é tão pronunciada, não sendo porém a produção muito regular como no caso das plantas tipicamente fêmeas. A variação nas plantas hermafroditas, onde o ovário é arredondado e as antéras em número de 5, é muito maior, os frutos apresentando-se muitas vezes retorcidos, ao lado de outros frutos alongados ou arredondados, além de uma produção muito irregular. Em todas as plantas hermafroditas aparecem, ao lado das flôres hermafroditas, flôres masculinas, muito semelhantes àquelas encontradas no mamão macho de cordão. Estas flôres masculinas podem variar quanto à sua forma e tamanho.

Do ponto de vista prático, estas plantas hermafroditas podem oferecer ao plantador uma grande vantagem: a obtenção de todas plantas da cultura produzindo frutos. Utilizando a técnica de polinização descrita atrás, e que é bastante simples, qualquer plantador poderá obter sementes de uma planta

fêmea típica cruzada com uma planta hermafrodita, preferivelmente, por enquanto, antes de qualquer trabalho de seleção, a de frutos alongados. Basta somente dois ou três cruzamentos, pois o número de sementes produzidas por cada fruto é muito grande. Póde-se obter então uma metade de plantas fêmeas, de ótima produção e uma metade de plantas hermafroditas que, se bem que não tão boas como as plantas fêmeas, produzem porém frutos. Pensamos que por meio de uma seleção mais ou menos rigorosa, tipos hermafroditos, com boa produção de frutos e frutos uniformes e semelhantes aos produzidos pelas plantas fêmeas, possam ser obtidos. Estes, cruzados agora com plantas fêmeas também selecionadas para produção uniforme, poderão dar uma geração composta de todos indivíduos produtores e de uma uniformidade bastante razoável. Antes porém que estas formas selecionadas sejam obtidas e o que, naturalmente, demorará bastante tempo, este tipo de cruzamento póde desde já ser iniciado para fornecer sementes, evitando-se assim a perda de metade das plantas como não produtivas, como é o caso do cruzamento de plantas fêmeas com plantas macho de cordão.

4) PARTENOCARPIA

Várias flôres femininas protegidas foram deixadas sem polinização e em nenhum caso obtivemos desenvolvimento de frutos. Parece assim que o material com o qual trabalhámos tinha acumulado fatores contra a partenocarpia, que segundo HOFMEYR (3) não parece ser muito rara em mamão.

5) DISCUSSÃO

O mamoeiro ou mamão (*Carica papaya* L.) apresenta, além das formas fêmea e macho de cordão, formas hermafroditas. Segundo o agrupamento de HOFMEYR (3), todas essas formas podem ser resumidas, de acôrdo com as flôres presentes, em dois tipos: Dióico e Monóico.

TÍPO DIÓICO

Plantas macho: Flôres em grupos, em racimos longos e pendentes, com corola tubular dividida em 5 pétalas, 10 estames colocados em duas séries na transição do tubo da corola para com as pétalas, pistilo rudimentar na maioria das flôres. Ocasionalmente pistilo bem formado, produzindo a planta alguns frutos.

Plantas fêmeas: Flôres presas nas axilas das folhas, solitárias ou em forma de corimbos com poucas flôres, muito maiores do que as flôres masculinas. Ovário grande. Estames ausentes.

TÍPO MONÓICO

Semelhante às plantas fêmeas, do tipo dióico, porém com grupos de flôres nas axilas das folhas. Possuem flôres que podem ser divididas em 5 tipos:

Típo I: Flôres com corola alongada tubular, 10 estames presos na transição do tubo para com as pétalas. Fruto alongado.

Típo II: Flôres quasi sem tubo na corola. Próximo da base do ovário, na corola, prendem-se 5 estames, com filamentos longos, encostados a sulcos existentes no ovário. Fruto semelhante ao produzido por planta fêmea do tipo dióico.

Típo III: Flôres idênticas às trazidas pelas plantas fêmeas. Formam-se no mesmo grupo ao lado de flôres hermafroditas.

Típo IV: Flôres irregulares, com filamentos dos estames muitas vezes fundidos com a parede do ovário. Frutos assimétricos.

Tipo V: Flôres masculinas, maiores mas semelhantes às produzidas nas plantas macho do tipo dióico. Aparecem juntas às flôres hermafroditas, num mesmo grupo, ou formando grupos separados.

Todas as formas descritas resumidamente acima foram encontradas nas nossas plantas. As plantas macho podem ser vistas nas figuras 1 e 2; a figura 1 mostra uma planta macho sem fruto e a figura 2, uma planta macho com vários frutos suspensos. Plantas macho com número de frutos variáveis e em forma de transição à êsses dois extremos foram observadas. As flôres destas plantas estão ilustradas nas figuras 9 e 12. A figura 3 mostra uma planta fêmea típica. Plantas dêste tipo podem produzir frutos com formas diferentes, conforme se pôde verificar pelas figuras 4 e 5. As flôres estão ilustradas na figura 8. Planta hermafrodita, com frutos alongados, do Tipo I, está ilustrada na figura 6, as flôres respectivas na figura 11. Na figura 7 pôde-se ver uma planta hermafrodita com frutos provenientes tambem de flôres dos tipos II e IV, além de outros frutos provenientes tambem de flôres do tipo I. As flôres do tipo II estão ilustradas na figura 10. Frutos provenientes de flôres do tipo III foram tambem encontradas nas plantas hermafroditas e flôres do tipo V, masculinas, estão ilustradas na figura 13.

Os resultados obtidos dos cruzamentos entre plantas fêmea e plantas macho de cordão, mostrando uma segregação de metade de plantas fêmeas e metade de plantas macho, idênticas às formas empregadas no cruzamento, indicam ser uma dessas formas heterozigotas para o sexo. Êstes resultados concordam com os obtidos por HOFMEYR, (3) e conforme citação dêste autor, com os de STOREY e, segundo os dados de HOFMEYR, a planta macho é a heterozigota, com a seguinte constituição genotípica: Macho = M_1m ; Fêmea = mm .

Num outro cruzamento entre uma planta fêmea e uma planta suposta macho sem cordão, obtivemos uma relação de metade de plantas fêmeas, iguais à forma utilizada no cruzamento, para metade de plantas hermafroditas. Êste resultado concorda tambem com os obtidos pelos dois autores citados,

quando do cruzamento de uma planta fêmea com uma planta hermafrodita e o que indica ser a forma macho utilizada neste cruzamento hermafrodita na sua constituição genética.

Esta conclusão parece razoável, pois de acôrdo com as observações de HOFMEYR, plantas como estas, parecendo macho no primeiro ano, só mais tarde reagiram de conformidade com sua constituição genética, tornando-se hermafrodita. Infelizmente a nossa planta original teve que ser retirada do campo experimental de modo que não pudemos observar o desenvolvimento de frutos posteriormente. Plantas como estas são para HOFMEYR as que podem produzir "reversão" do sexo, porém como consequência da resposta de sua constituição genética ao meio, como observado por vários autores e mais recentemente por von UBISCH (6). A formula genética das plantas hermafroditas, segundo o mesmo autor é: Hermafrodita $\equiv M_2m$, os fatores M_1 , M_2 e m sendo aleles. De acôrdo com as formulas acima, as combinações homozigotas seguintes M_1M_1 , M_2M_2 e M_1M_2 devem aparecer e segundo os dados de HOFMEYR (3), tais formas parecem inviáveis.

Os dados a nossa mão concordam com o esquema apresentado por HOFMEYR mas não permitem por enquanto uma discussão mais detalhada sobre o assunto. Outras experiências mais detalhadas e com um maior número de indivíduos precisam ser efetuadas, pois além dos fatores principais já discutidos, muitos modificadores devem também entrar em jogo, podendo alterar bastante o balanço sexual bem estabelecido nas formas dióicas e produzindo assim formas intermediárias.

De grande importância do ponto de vista prático é o cruzamento de plantas fêmeas com plantas hermafroditas, pois obtem-se uma segregação de metade de plantas fêmeas para metade de plantas hermafroditas, todas produzindo frutos. Com o fim de se obter produção, tais cruzamentos podem desde já ser realizados para fornecer sementes, mas uma seleção rigorosa se faz sentir para que se obtenha além da produção, a uniformidade dos frutos.

6) ABSTRACT

Experiments on sex inheritance of *Carica papaya* L. were started in 1937, at a time when no information on this subject had been published.

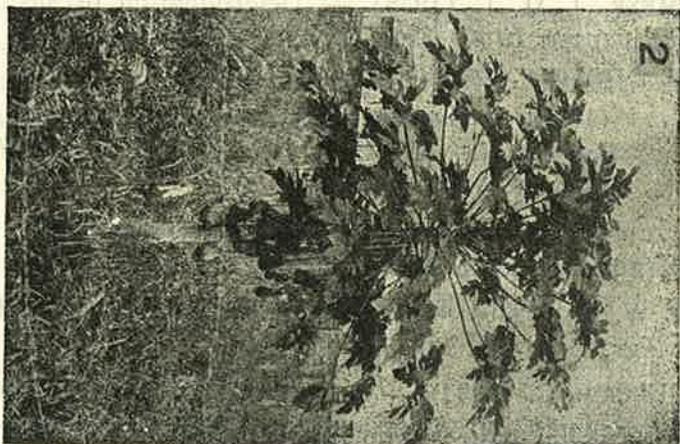
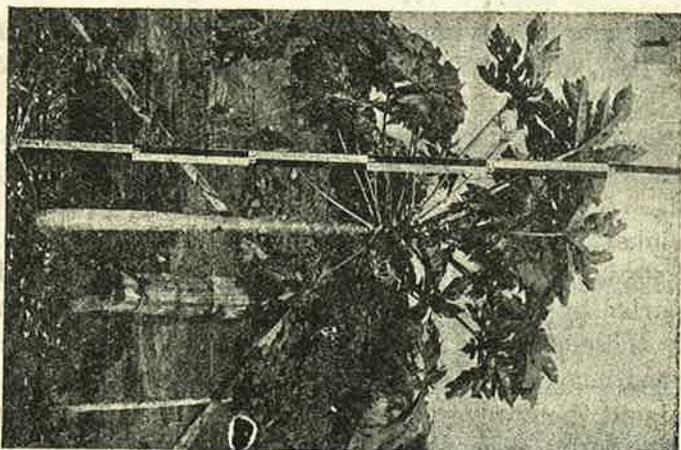
Crosses between carpellate and staminate plants in dioecious types and between carpellate and monoecious types were examined.

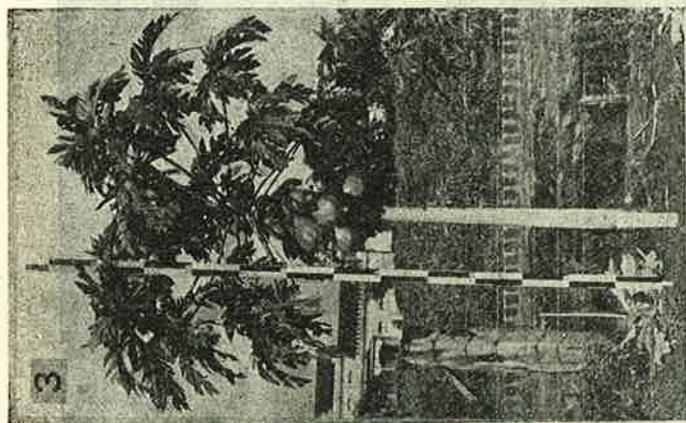
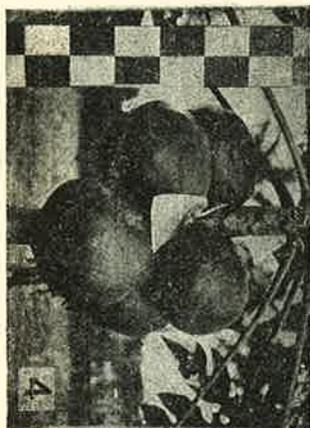
Sex inheritance and the morphological distinction of the different sexual monoecious types obtained were identical with those reported by HOFMEYR (3) and according to this author also with those obtained by STOREY. Females are recessive homozygotes mm and both males or monoecious hermafrodite are dominant heterozygotes ($M1m$ and $M2m$). There are at least five forms of monoecious plants differing in the relative strenght of male or female sex expression.

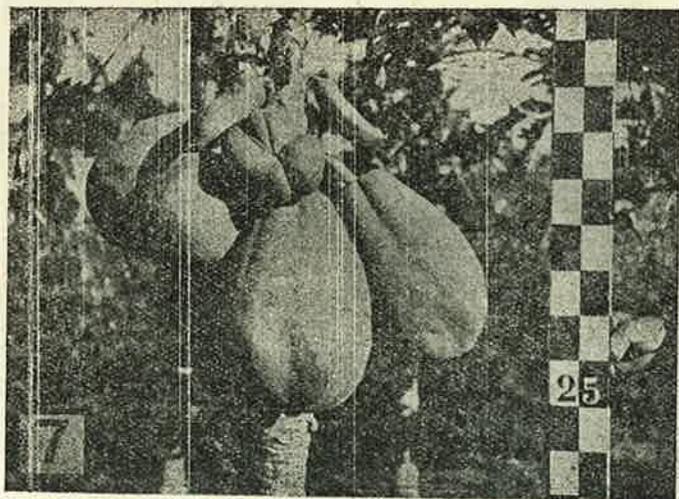
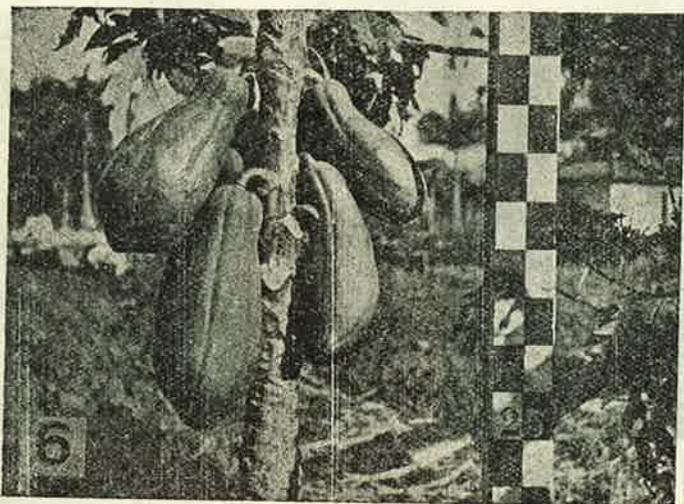
The experiments will be continued, both from the scientific and practical point of view. Special emphasis is being laid upon the future analysis of the effect of genetic modifiers of sex expression and sex segregation.

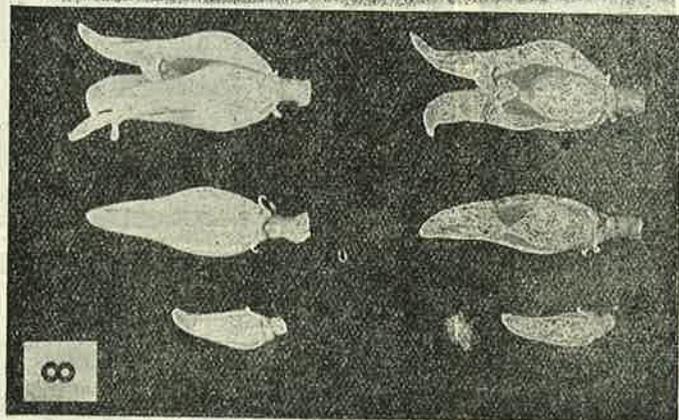
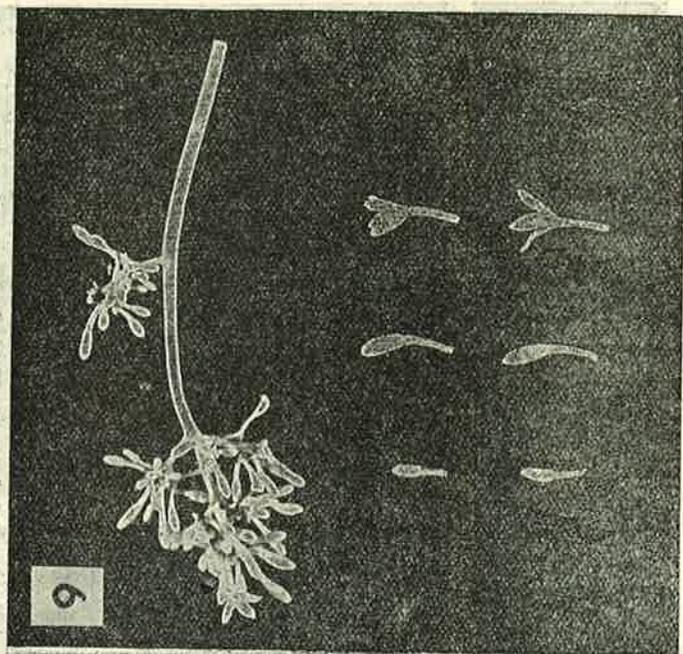
7) BIBLIOGRAFIA

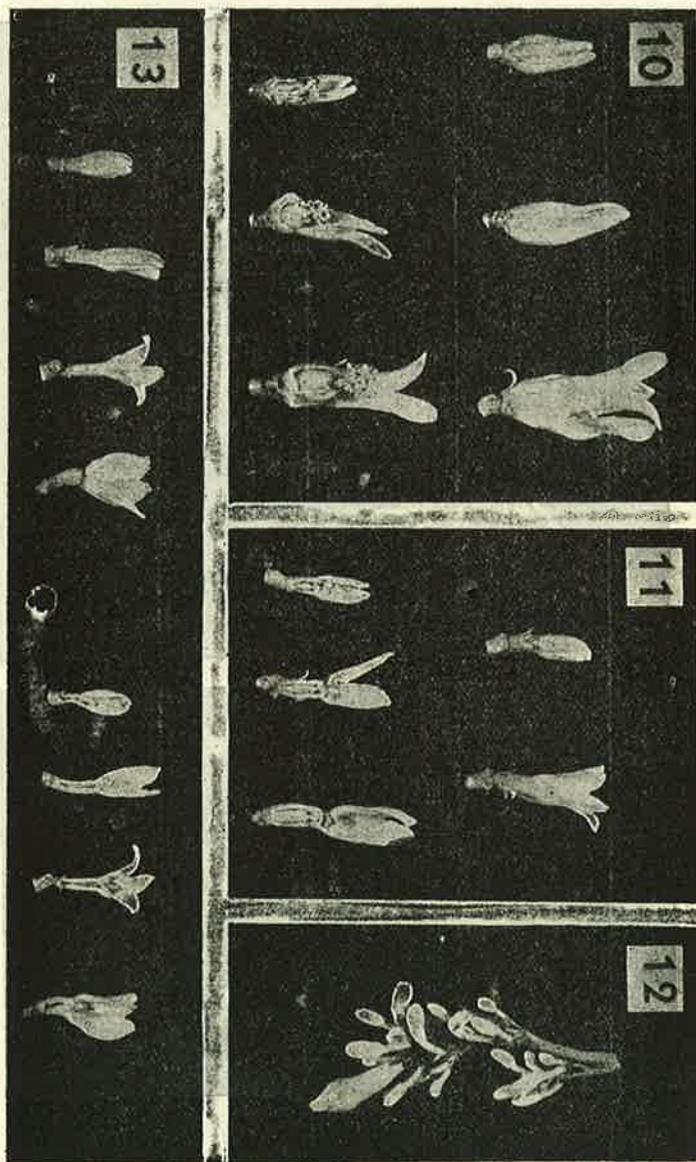
- 1) BRIEGER, F. G. (1937) — Tábuas e fórmulas para estatística — Cia. Melhoramentos de S. Paulo.
- 2) HOFMEYR, J. D. J. (1938) — Determination of sex in *Carica papaya* L. — Fmg S. Afr. 13:332 (Abstract in Plant Breeding Abstract Vol. IX N.º 1).
- 3) (1938) — Genetical Studies of *Carica papaya* L. Science Bulletin N.º 187, Dept. of Agriculture and Forestry, Union of South África, 64 pgs.
- 4) (1939) — The culture of Papaw. Reprint N.º 86 of Farming in South África, 10 pgs.
- 5) POPE W. T. (1930) — Papaya culture in Hawaii. Hawaii Agr. Exp. Sta. Bul. 61, 40 pgs.
- 6) VON UBISCH, G. (1938) — Os sexos dos mamoeiros. Anáís da 1.ª Reunião Sul Americana de Botânica, Vol. 3:377 — 380.











8) EXPLICAÇÃO DAS FIGURAS

Fig. 1 — Mamão macho típico.

Fig. 2 — Mamão macho com vários ovários bem formados. Entre os dois extremos mostrados pelas figuras 1 e 2 encontra-se uma transição no que se refere à produção de frutos.

Fig. 3 — Mamão fêmea típico.

Figs. 4 e 5 — Tipos de frutos produzidos pelo mamão fêmea.

Fig. 6 — Planta hermafrodita com frutos alongados.

Fig. 7 — Planta hermafrodita com frutos sulcados, frutos irregulares e frutos alongados.

Fig. 8 — Flôres do mamão fêmea (X 1/2).

Fig. 9 — Inflorescência e flôres do mamão macho (X 1/3).

Fig. 10 — Flôres hermafroditas, com ovário mais ou menos arredondado e 5 estames, com filamentos longos e presos na base da corola (X 1/2).

Fig. 11 — Flôres hermafroditas com corola tubular, 10 estames e ovário alongado (X 1/2).

Fig. 12 — Parte terminal de uma inflorescência do mamão macho, mostrando um ovário bem formado se desenvolvendo em fruto (X 1/3).

Fig. 13 — Flôres masculinas encontradas em plantas hermafroditas (X 1/2).