

# GENÉTICA DE MANIHOT

## I. HEREDITARIEDADE DA FORMA DA FOLHA E DA COLORAÇÃO DA PELÍCULA EXTERNA DAS RAIZES EM *MANIHOT UTILISSIMA* POHL.

E. A. Graner (\*)

### INTRODUÇÃO

No trabalho anterior (2) relatamos as observações que fizemos sobre o florescimento e a frutificação da mandioca, salientando os estragos verificados na flor masculina e no fruto por larvas respectivamente das moscas *Teleocoma crassipes* Aldrich e *Anastrepha pickeli* C. Lima. Dissemos também que, por enquanto, o processo mais prático para a obtenção de um grande número de sementes é a plantação de muitos indivíduos de um mesmo clone, razoavelmente separados de qualquer outra plantação de mandioca, deixando-se que o florescimento e a frutificação se processem normalmente e aproveitando-se uma certa porcentagem de sementes que desse processo resulta, a-pesar dos estragos referidos. Tal método pode ser muito demorado, chegando mesmo a exigir 3 anos para o fornecimento das sementes desejadas.

Para trabalhos de cruzamentos é de grande importância conhecer, geneticamente, o material com o qual se vai trabalhar e, a-fim-de ganhar tempo, resolvemos aplicar o referido método para fornecer uma idéia da constituição genotípica da variedade Vassourinha Paulista; utilizamos, assim, sementes que foram gentilmente fornecidas pelo prof. Carlos Mendes, de plantas dessa variedade, dum lote bastante afastado de qualquer outra plantação de mandioca. Os resultados que obtivemos permitem estabelecer algumas hipóteses provisórias que relataremos a seguir.

### MATERIAL E MÉTODO

As sementes foram obtidas de uma plantação da variedade Vassourinha Paulista, da Fazenda Modelo da Escola "Luiz de Queiroz". As plantas se encontravam longe de outra plantação qualquer de mandioca

---

(\*) Da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo.

e porisso parece razoavel supor que, alem de autofecundação, os cruzamentos deveriam ter-se dado somente entre plantas do referido lote. Deste campo retiramos 1900 sementes, que foram colocadas em um recipiente com água, a-fim-de dar uma indicação da existência de sementes chochas. Por este processo verificamos que 746 delas boiaram, enquanto as restantes foram ao fundo do recipiente ; destas, separamos um lote de 500, que foi semeado em uma caixa de germinação. A germinação iniciou-se 35 dias após a sementeação, porem foi muito irregular. Verifica-se, assim, que cerca de um mês é tempo suficiente para a germinação, não sendo necessário um longo período de permanência na terra, como citado por Viégas (6) nas suas experiências. A irregularidade da germinação parece ser facilmente compreendida : sendo uma planta deiscente, os frutos precisam ser apanhados antes de se encontrarem completamente secos, de maneira que não são colhidos num mesmo estado de maturação. Tal fato já se pode observar durante a secagem dos frutos, pois estes soltam as sementes muito irregularmente. Até 4 meses após a sementeação tínhamos obtido 318 "seedlings", ou sejam 63,6%. Nesta ocasião muitas das plantas já estavam exigindo seu transplante da caixa de germinação, o que foi feito para pequenos vasos de barro, que ficaram enterrados em areia e onde as plantas permaneceram por mais três meses. Cinco meses depois da sementeação, ainda verificamos que algumas sementes germinavam. Depois dos 6 meses, compreendidos entre sementeação e permanência em vasos, as plantas foram transportadas para o campo, onde ficaram por mais 5 meses. Este curto espaço de tempo no campo foi, porem, suficiente para que as plantas produzissem um enraizamento bastante satisfatório, como se verifica pelas figuras 5 e 6. Com 11 meses todas as plantas foram arrancadas e delas serão feitos agora clones, para outras observações em um maior número de plantas da mesma constituição e em condições iguais àquelas das plantas que são exploradas comercialmente. Até o momento de serem arrancadas, nenhuma delas tinha ainda florescido.

### SEGREGAÇÃO

Logo após a germinação, pudemos constatar uma segregação para a forma das folhas e para coloração das hastes e, principalmente, dos pecíolos das folhas, pela antocianina. A classificação da antocianina ainda não pode ser realizada satisfatoriamente, por se apresentar ela como um carater quantitativo e variavel. A classificação quanto à forma das folhas podia ter sido efetuada facilmente logo depois de nascidas as primeiras folhas alem das cotiledonárias, mas preferimos deixar essa tarefa para o momento de serem arrancadas as plantas, a-fim-de observar melhor a sua variação.

Dois tipos de folhas, facilmente separaveis, apareceram nas plantas obtidas : folhas com lobos estreitos, caraterísticas da variedade Vassourinha e folhas com lobos largos e afilados nas extremidades. A variação entre plantas e dentro das plantas com este último tipo de folhas foi pra-

ticamente nula. A figura 2 mostra 6 folhas retiradas de diferentes plantas, sendo perfeitamente semelhantes na forma. A variação dentro de uma mesma planta fica limitada à diferença de tamanho conforme a idade. A variação apresentada pelas plantas com folhas de lobos estreitos foi, porém, bastante grande. Na figura 1 estão ilustradas as principais formas encontradas em diferentes plantas. Dentro da planta, a variação fica reduzida, se bem que ainda exista, ao contrário do que se observa nas plantas com o tipo de folhas de lobos largos. Incluindo todas as plantas com folhas de lobos estreitos numa só classe, chamando-as de folhas tipo Vassourinha, pudemos verificar que a segregação encontrada corresponde a uma segregação de 3 plantas com folhas de lobos estreitos para 1 planta com folhas de lobos largos, de acordo com os dados do quadro I.

QUADRO I

| Plantas com<br>folhas de<br>lobos estreitos | Plantas com<br>folhas de<br>lobos largos | n   | Desvio<br>da<br>razão 3:1 | $\chi^2$ | nf<br>( $\chi^2$ ) | P    |
|---|--|-----|---------------------------|----------|--------------------|------|
| 128   | 53                                       | 181 | $\pm 7,75$                | 2,65     | 1                  | 0,10 |

Esta segregação mostra que a forma da folha com lobos largos é recessiva à forma de folha da variedade Vassourinha. A classificação dentro do grupo "folhas de lobos estreitos" ainda não pode ser realizada satisfatoriamente. Muitas plantas possuíam folhas cujos lobos eram estreitos demais, parecendo indicar que o tipo de folhas da planta Vassourinha é intermediário. A variação, porém, não permitiu uma classificação razoável, pois nem todas as plantas estavam em condições de ser comparadas, por terem um desenvolvimento muito irregular. Além da largura dos lobos das folhas deste grupo de lobos estreitos, foi interessante notar em algumas plantas o aparecimento das saliências na parte mediana dos lobos, caráter este que ficou muito acentuado nas formas Vassourinha tetraplóides obtidas pelo tratamento com colchicina (3, 4). Uma classificação deste caráter talvez seja possível nas plantas que serão agora obtidas por meio de estaquia dos indivíduos oriundos das sementes mencionadas.

Uma outra segregação bastante interessante foi a que obtivemos com referência à coloração das raízes. Este caráter apresenta um contraste de coloração muito forte, conforme se pode verificar pelas figuras 5 e 6. Três quartos das plantas se apresentaram com raízes cuja película externa é mais grossa e marrom, ao passo que um quarto possuía raízes com a película externa mais fina e branca, em alguns lugares levemente

coloridas de cor de rosa, raízes estas que parecem corresponder às da variedade conhecida com o nome de Mandioca Rosa, conforme a descrição de Mendes (5). Os números obtidos estão contidos no quadro II.

QUADRO II

| Plantas com raízes marrons | Plantas com raízes brancas | n   | Desvio da razão 3:1 | $\chi^2$ | nf ( $\chi^2$ ) | P    |
|----------------------------|----------------------------|-----|---------------------|----------|-----------------|------|
| 133                        | 48                         | 181 | $\pm 2,75$          | 0,33     | 1               | 0,58 |

Verifica-se, pelos dados do quadro II, que a segregação deste caráter corresponde a uma segregação de três plantas com raízes cuja película externa é marrom para uma planta com raízes cuja película externa é branca.

Fazendo-se um teste para independência desses dois caracteres, verifica-se que eles são transmitidos independentemente um do outro. (Quadro III).

QUADRO III

| TIPOS DE PLANTAS                   | Observado | Esperado | Desvio | $\chi^2$ | nf para $\chi^2$ parcial | P para $\chi^2$ parcial | nf para $\chi^2$ total | P para $\chi^2$ total |
|------------------------------------|-----------|----------|--------|----------|--------------------------|-------------------------|------------------------|-----------------------|
| Folha estreita e raiz marrom ..... | 97        | 94,05    | +2,95  | 0,092    | 1                        | 0,76                    | —                      | —                     |
| Folha estreita e raiz branca ..... | 31        | 33,95    | -2,95  | 0,256    | 1                        | 0,63                    | —                      | —                     |
| Folha larga e raiz marrom .....    | 36        | 38,95    | -2,95  | 0,223    | 1                        | 0,65                    | —                      | —                     |
| Folha larga e raiz branca .....    | 17        | 14,05    | + 2,95 | 0,619    | 1                        | 0,45                    | —                      | —                     |
| Total .....                        | 181       | —        | —      | 1,190    | —                        | —                       | 1                      | 0,28                  |

A segregação de 9:3:3:1 (9 plantas com folhas de lobos estreitos e raízes com película externa marrom : 3 plantas com folhas de lobos estreitos e raízes com película externa branca : 3 plantas com folhas de

lobos largos e raízes com película externa marrom : 1 planta com folhas de lobos largos e raízes com película externa branca) foi constatada conforme se verifica pelos dados do quadro IV.

De conformidade com os dados obtidos podemos apresentar a hipótese provisória de que a forma da folha com lobos largos, em mandioca, é recessiva (gen *v*, *V* = lobos estreitos da variedade Vassourinha) e que a coloração branca da película externa das raízes da mandioca também é recessiva (gen *m*, *M* = coloração marrom) e que estes dois caracteres segregam independente um do outro.

QUADRO IV

| TIPOS DE PLANTAS                       | Observed | Esperado na base 9:3:3:1 | Desvio | $\chi^2$ | nf para $\chi^2$ parcial | P para $\chi^2$ parcial | nf para $\chi^2$ total | P para $\chi^2$ total |
|--|----------|--------------------------|--------|----------|--------------------------|-------------------------|------------------------|-----------------------|
| Folha estreita e raiz marrom . . . . . | 97       | 101,79                   | -4,79  | 0,225    | 1                        | 0,65                    | —                      | —                     |
| Folha estreita e raiz branca . . . . . | 31       | 33,93                    | -2,93  | 0,253    | 1                        | 0,63                    | —                      | —                     |
| Folha larga e raiz marrom . . . . .    | 36       | 33,93                    | + 2,07 | 0,126    | 1                        | 0,72                    | —                      | —                     |
| Folha larga e raiz branca . . . . .    | 17       | 11,31                    | +5,69  | 2,863    | 1                        | 0,09                    | —                      | —                     |
| Total . . . . .                        | 181      | —                        | —      | 3,467    | —                        | —                       | 3                      | 0,33                  |

A constituição genotípica da variedade Vassourinha que forneceu as sementes pode, portanto, ser representada por **VvMm**, que dá as segregações observadas e descritas anteriormente.

### MODIFICAÇÕES DA FORMA DA FOLHA

Em condições normais da cultura, a forma da folha se comporta como um caráter que apresenta uma segregação mendeliana simples bastante clara e exata. Foi, porém, interessante observar que, mudando as condições do meio, a forma de lobos estreitos pode alterar-se completamente. Foi assim que, transportando plantas com folhas de lobos estreitos para lugares muito sombreados, em baixo de grandes árvores, elas reagiram de tal modo, que produziram agora folhas com lobos largos, perfeitamente iguais àquelas que possuem folhas com lobos largos em condições normais. A figura 3 mostra em **a** uma folha típica da variedade Vassourinha, de lobos estreitos. Em **b**, na mesma figura, encontra-se uma folha de planta dessa variedade e cultivada em condições normais,

com muita luz, e em **c** acha-se ilustrada uma folha da mesma planta, desenvolvida depois de ter sido esta transferida para lugar muito sombrio, em baixo de árvores. Comparando as figuras 3-c e 2 pode-se verificar que não existe, praticamente, nenhuma diferença entre essas folhas. Na figura 4 ilustramos a planta citada, podendo-se ver na parte inferior as folhas que se desenvolveram quando a planta se achava em canteiro e recebendo luz normalmente, e na parte superior, as folhas que se desenvolveram depois de ter sido a planta removida para baixo de árvores. Na parte central da mesma figura observam-se folhas num estado mais ou menos intermediário.

É, portanto, interessante observar que a forma da folha é determinada por uma constituição genotípica que exige um determinado meio para a sua exteriorização, constituição genotípica esta que se exterioriza num fenotipo completamente diferente quando alterado o meio onde a planta se desenvolve. É mais um caso bastante claro que evidencia perfeitamente que genotipo e fenotipo são coisas completamente distintas e de cuja interação somente poderão ser estudadas as segregações mendelianas.

Poderia parecer tratar-se de um caso de gens instáveis, mas esta hipótese apresenta-se pouco provável, pois a forma da folha que se modifica não é a recessiva para a dominante e, além disso, não deveriam aparecer as formas intermediárias de folhas, mas, sim, haver uma transição mais ou menos forte, o que se não verifica conforme se pode observar na figura 4. É, portanto, o caso de um genotipo reagindo diferentemente ao meio onde se desenvolve e uma alteração fenotípica da dominância.

### SUMMARY

The inheritance of two characters in *Manihot utilisima* Pohl were studied.

It was found that the leaves with narrow lobes **V** (Fig. 1) are dominant over leaves with large lobes **v** (Fig. 2) and that the brown coloration of the roots **M** (Fig. 5) is dominant over white **m** (Fig. 6). These two characters segregate independently, according to the dates recorded in tables III and IV.

The phenotypic expression of the form of the leaves is largely dependent from the environment, the leaves with narrow lobes being replaced by leaves with large lobes in plants transported to a shady place under big trees. (Figs. 3 and 4). Thus reduction of light causes a change of dominance.

### LITERATURA CITADA

1. **Brieger, F. G.** *Em Tábuas e fórmulas para estatística*, pag. 1-46. Cia. Melhoramentos de S. Paulo, 1938.
2. **Graner, E. A.** Notas sobre florescimento e frutificação da mandioca. *Bragantia* 2:1-8. Figs. 1-6. 1942.
3. **Graner, E. A.** Polyploid cassava induced by colchicine treatment. *Journal of Heredity* 32:281-288. Fig. 18-24. 1941.
4. **Graner, E. A.** Tratamento de mandioca pela colchicina. II. Formas poliplóides obtidas. *Bragantia* (no prelo) 1942.

5. **Mendes, C. T.** Algumas notas para a cultura da mandioca. Revista de Agricultura 5:95-102. 1930.
6. **Viégas, A. P.** Anatomia da parte vegetativa da mandioca. Bol. Tec. Inst. Agr. do Estado de S. Paulo, 74:1-32, 65 figs. 1940.

### EXPLICAÇÃO DAS FIGURAS

- Fig. 1 — Folhas das plantas com folhas de lobos estreitos, mostrando a variação que se verifica, principalmente entre indivíduos. Carater folhas de lobos estreitos em conjunto, dominante sobre folhas de lobos largos.
- Fig. 2 — Folhas das plantas com folhas de lobos largos, mostrando a uniformidade deste tipo de folha, mesmo em indivíduos diferentes. Carater recessivo àquele apresentado na figura 1.
- Fig. 3 — a) folha típica da Variedade Vassourinha.  
b) folha de uma planta Vassourinha, desenvolvida em condições normais de iluminação.  
c) folha da mesma planta Vassourinha, desenvolvida depois de a planta ser transportada para lugar muito sombrio, em baixo de árvores.
- Fig. 4 — A mesma planta à qual se referem as figuras 3b e 3c. Em baixo, folhas quando desenvolvidas em condições normais de iluminação; em cima, folhas desenvolvidas quando a planta se encontrava em baixo de árvores, com muita sombra. No centro, formas intermediárias. (Cada divisão da régua = 10 cm).
- Fig. 5 — Raiz de uma planta de sementes, com 11 meses. Coloração da película externa das raízes: marrom dominante sobre coloração branca. (Cada divisão da régua = 10 cm).
- Fig. 6 — Raiz de uma planta de sementes, com 11 meses. Coloração da película externa das raízes: branca, com manchas rosadas, carater recessivo ao carater marrom. (Cada divisão da régua = 10 cm.)







