

BRAGANTIA

Boletim Técnico do Instituto Agrônomico do Estado de São Paulo

Vol. 14

Campinas, janeiro de 1955

N.º 9

CONTRÔLE GENÉTICO DOS "FRUTOS CHOCHOS" NO CAFÉ "MUNDO NOVO" (*)

A. J. T. MENDES e DIXIER M. MEDINA, *engenheiros agrônomos, Seção de Citologia,
Instituto Agrônomico*

RESUMO

1. Decorre do presente trabalho que no Café **Mundo Novo** há dois grupos distintos de plantas: a) de baixa ocorrência de frutos chochos; b) de alta ocorrência de frutos chochos.

2. Há evidências de que a existência de 2 grupos distintos de plantas é devida a um par de fatores genéticos **Dd**. As plantas onde é baixa a ocorrência de frutos chochos são de constituição genética **DD**. As demais são **Dd**. Não há o grupo **dd**, pois que a combinação endosperma **ddd** e embrião **dd** é letal.

3. Segundo a hipótese, a letalidade dos fatores **dd** se manifesta quando o endosperma tem 2 a 3 mm de diâmetro; nesse ponto estaciona o crescimento e ele se transforma num disco (donde o símbolo **d** para o gen em questão). Raras vezes a ação letal se manifesta antes desse estado e então nada ou quase nada resta do endosperma. Outras vezes a ação letal é tardia: o endosperma se desenvolve em semente mas esta não germina.

4. As populações de café **Mundo Novo** que estão se formando no Estado de São Paulo terão diferentes proporções de plantas com e sem o defeito das lojas vazias, dependendo isso da fonte onde se procurarem as sementes.

5. Limitando-se a selecionar as plantas **Mundo Novo** dentro do grupo de baixa ocorrência de chochos o melhorista encontra base científica para eliminar um notório defeito da variedade.

1 - INTRODUÇÃO

Foram 18 as primeiras plantas marcadas pelo Instituto Agrônomico, na Fazenda Aparecida (Município de Urupês), para os estudos iniciais sobre o café **Mundo Novo**. Pode-se considerar que elas constituem uma amostra bem representativa do **Mundo Novo** com relação à ocorrência de lojas vazias, pois que apenas o vigor vegetativo e a produção foram levados em conta na sua escolha (3).

Sementes de flores livremente polinizadas, dessas 18 plantas matrizes, produziram 1096 plantas que vêm sendo estudadas pela Seção de Genética e que permitiram observações numerosas sobre a ocorrência dos frutos sem sementes (1, 3).

Antunes e Carvalho (1) fizeram extensas considerações sobre essa ocorrência, procurando grupar as plantas em três classes, segundo a quantidade de lojas vazias:

(*) Recebido para publicação em 12 de outubro de 1954.

- a) **baixa** (até 12 lojas em 100 frutos)
- b) **média** (13 a 26 lojas em 100 frutos)
- c) **alta** (mais de 27 lojas em 100 frutos).

O gráfico apresentado pelos autores, no entanto, é “nitidamente bimodal”, sugerindo a eles próprios a existência de apenas duas classes; a classe **média** desapareceria, podendo ser encarada como uma zona em que as duas curvas se sobrepõem.

Mendes, Medina e Conagin (4), estudando a citologia da ocorrência dos frutos sem semente no café **Mundo Novo**, chegaram à conclusão que a maior incidência de lojas vazias em parte das plantas dessa variedade, se deve à paralização do desenvolvimento do endosperma, que se reduz a um minúsculo **disco**; concluíram mais, que esse **endosperma discóide** não é motivado pelas anomalias citológicas constatadas durante a meiose; sugeriram, finalmente, um esquema genético para explicar a ocorrência do endosperma discóide: tratar-se-ia de um gen recessivo letal que produzisse seu efeito sobre o endosperma, determinando a paralização do seu crescimento. As plantas normais (onde o **disco** não ocorre) teriam a constituição **DD**; as plantas em que há ocorrência do **disco** seriam **Dd**; e a combinação **dd** não existiria, sendo eliminados os embriões pela degenerescência dos endospermas **ddd**.

Nessa base, as plantas seriam classificadas em dois grupos apenas: plantas **DD**, **sem endosperma discóide** (baixa frequência de chochos) e plantas **Dd**, **com endosperma discóide** (alta frequência de chochos).

Procurando dar desenvolvimento à hipótese lançada, os autores estudaram, no presente trabalho, a ocorrência do endosperma discóide nas 15 progênies existentes na Estação Experimental de Campinas (1), relacionando os seus resultados com aqueles já publicados (1, 3) sobre as mesmas plantas.

O presente trabalho abrange ainda polinizações controladas, germinação de sementes e proporções em que ocorrem as plantas dos dois tipos nos cafêzais originais do município de Urupês (antigo Mundo Novo), cujos resultados são francamente favoráveis à hipótese genética formulada.

2 - CONCORDÂNCIA DE PRESENÇA E AUSÊNCIA DE ENDOSPERMA DISCÓIDE COM ALTA E BAIXA FREQUÊNCIA DE CHOCHOS

As 15 progênies existentes em Campinas têm 20 plantas cada uma; em 1952 o cafêzal foi atingido por um incêndio que prejudicou o desenvolvimento de numerosas plantas. No entanto, 262 floresceram em 1953 e foram examinadas quanto à presença e ausência de endosperma discóide nos frutos colhidos no ano seguinte.

Das 15 progênies, 11 apresentaram um número considerável de plantas onde **ocorre** o disco (quadro 1); as quatro progênies restantes apresentaram nenhuma ou raras plantas com frutos “de disco” (quadro 3).

(1) Das 18 plantas marcadas na Faz. Aparecida, só 15 têm descendentes no lote de Campinas.

Carvalho, Krug, Mendes (e outros) reuniram as plantas dessas 15 progênies, em seu quadro 4, tabulando-as quanto à ocorrência de lojas vazias em 100 frutos (3). Em nossos quadros 2 e 4 lançamos mão desses mesmos dados, separando-os em colunas segundo a ocorrência ou não de endosperma discóide.

Nos quadros 1 e 2 estão as 11 progênies que segregam razoavelmente para o caráter em estudo; êles evidenciam a realidade da existência dos dois grupos; nota-se a perfeita concordância entre alta ocorrência de chochos e presença de disco. As plantas sem disco têm em média 6,3 lojas vazias por 100 frutos (a mais alta média neste grupo é 20); as de disco têm em média 35,3 lojas vazias por 100 frutos (a mais baixa média deste grupo é 22).

Nos quadros 3 e 4 estão as quatro progênies que não segregaram ou que apresentaram muito poucas plantas de disco. Também aqui há a mesma perfeita concordância antes constatada: as 62 plantas normais têm em média 6,6 lojas vazias por 100 frutos e das quatro plantas de disco, três têm em média 33,7 lojas vazias por 100 frutos; a planta P384-14 é a única exceção entre tôdas as plantas analisadas em Campinas: nela verificou-se a ocorrência de discos e no entanto o número de lojas vazias por 100 frutos corresponde ao encontrado nas plantas normais.

Classificadas assim, segundo a ausência ou presença de endosperma discóide, pode-se verificar que, nas 15 progênies de Campinas, exceção feita a uma única planta, tôdas as plantas normais (sem disco) tinham em média um **máximo** de 20 lojas vazias por 100 frutos e tôdas as plantas com disco tinham em média um **mínimo** de 22 lojas vazias por 100 frutos.

Segundo a hipótese formulada (4), devem existir no café **Mundo Novo** duas categorias de plantas quanto à sua constituição genética:

a) Plantas heterozigotas (Dd)

As plantas heterozigotas (Dd) são aquelas em que ocorre o endosperma discóide. Quando autofecundadas, produzirão progênies compostas de duas classes, DD e Dd, na proporção de 1:2, sendo a combinação letal dd eliminada através da formação dos "discos".

Nas 11 primeiras progênies, os 197 indivíduos (quadro 2) estão na razão de 71 DD (normais): 126 Dd (com disco), muito próxima da razão teórica 1:2 a qual pouco se altera pelo fato de não terem sido autofecundadas as sementes originais, considerando-se que há em *Coffea arabica* menos de 10% de polinização cruzada (2). Essas progênies devem corresponder, assim, a 11 plantas matrizes Dd.

b) Plantas homozigotas (DD)

Estas são as plantas normais; autofecundadas, devem produzir unicamente plantas normais na descendência.

As quatro progênies constantes do quadro 4, são constituídas de um total de 65 plantas onde somente três têm discos. Essas progênies devem corresponder a quatro plantas matrizes DD; considerando que as sementes

QUADRO 1. — Observações sobre a ocorrência do endosperma discóide em 11 progênies do café Mundo Novo em Campinas

| N.º das plantas | Número de discos em amostras de 20 frutos nas progênies | | | | | | | | | | |
|-----------------|---|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | CP374 | CP375 | CP376 | CP381 | CP383 | CP385 | CP386 | CP387 | CP389 | CP390 | CP391 |
| 1 | 6 | 0 | 4 | 0 | 9 | 0 | 0 | 0 | 7 | 10 | 0 |
| 2 | 0 | 8 | 0 | 4 | 8 | 0 | 4 | 2 | 0 | 0 | 0 |
| 3 | 0 | 6 | 7 | 7 | 3 | 6 | 11 | 0 | 5 | 6 | 0 |
| 4 | 6 | 0 | 0 | 0 | 8 | 6 | 0 | 4 | 9 | 7 | 0 |
| 5 | 0 | 6 | 1 | 0 | 8 | 6 | 0 | 4 | 0 | 9 | 4 |
| 6 | 0 | 9 | 8 | 2 | 8 | 8 | 0 | 8 | 0 | 7 | 4 |
| 7 | 1 | 4 | 7 | 7 | 2 | 0 | 0 | 0 | 4 | 4 | 7 |
| 8 | 0 | 0 | 0 | 9 | 0 | 5 | 4 | 7 | 4 | 6 | 3 |
| 9 | 0 | 9 | 9 | 5 | 0 | 0 | 7 | 6 | 0 | 5 | 3 |
| 10 | 0 | 0 | 4 | 0 | 0 | 0 | 6 | 0 | 10 | 8 | 12 |
| 11 | 8 | 6 | 0 | 8 | 0 | 3 | 4 | 5 | 0 | 0 | 6 |
| 12 | 0 | 6 | 0 | 8 | 0 | 0 | 7 | 4 | 5 | 1 | 6 |
| 13 | 7 | 0 | 7 | 9 | 7 | 10 | 0 | 2 | 0 | 0 | 8 |
| 14 | 5 | 0 | 4 | 8 | 6 | 7 | 8 | 0 | 0 | 4 | 4 |
| 15 | 0 | 6 | 4 | 5 | 4 | 8 | 2 | 0 | 2 | 4 | 4 |
| 16 | 8 | 6 | 6 | 5 | 6 | 10 | 8 | 0 | 0 | 0 | 8 |
| 17 | 0 | 0 | 0 | 12 | 0 | 4 | 0 | 0 | 6 | 8 | 5 |
| 18 | 0 | 0 | 0 | 5 | 0 | 6 | 8 | 0 | 3 | 5 | 8 |
| 19 | 7 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 | 0 | 6 | 8 | 1 |
| 20 | 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 10 | 1 | 0 |
| Total | 53 | 66 | 51 | 101 | 69 | 85 | 73 | 42 | 71 | 93 | 57 |

QUADRO 2. — Separação das plantas de 11 progênes do café Mundo Novo, em Campinas, quanto à baixa ou alta frequência de chochos (*)

| N.º das plantas | Número médio de lojas vazias em amostras de 100 frutos nas progênes | | | | | | | | | | | Total | | | | | | | | | | | | | | |
|--------------------|---|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-------|-------|
| | CP374 | CP375 | CP376 | CP381 | CP383 | CP385 | CP386 | CP387 | CP389 | CP390 | CP391 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | 39 | 11 | 40 | 6 | 31 | 33 | 20 | 3 | 35 | 30 | 5 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2 | 7 | 33 | 3 | 36 | 36 | 3 | 44 | 6 | 4 | 5 | 37 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3 | 5 | 38 | 8 | 25 | 40 | 44 | 31 | 6 | 30 | 37 | 5 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4 | 42 | 6 | 42 | 38 | 30 | 39 | 5 | 40 | 39 | 40 | 37 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 5 | 8 | 36 | 8 | 33 | 33 | 40 | 10 | 36 | 6 | 35 | 38 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 6 | 12 | 34 | 32 | 41 | 35 | 33 | 7 | 30 | 2 | 36 | 38 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 7 | 40 | 34 | 37 | 36 | 25 | 16 | 5 | 7 | 41 | 22 | 37 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 8 | 4 | 6 | 4 | 29 | 11 | 30 | 34 | 34 | 28 | 41 | 29 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 9 | 6 | 35 | 39 | 31 | 7 | 3 | 36 | 28 | 8 | 40 | 40 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 10 | 7 | 5 | 36 | 6 | 3 | 7 | 34 | 4 | 36 | 33 | 2 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 11 | 38 | 33 | 6 | 35 | 5 | 27 | 33 | 39 | 6 | 6 | 35 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 12 | 5 | 35 | 6 | 24 | 3 | 6 | 41 | 33 | 32 | 32 | 37 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 13 | 35 | 7 | 31 | 36 | 36 | 45 | 7 | 33 | 4 | 3 | 32 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 14 | 28 | 3 | 34 | 42 | 36 | 32 | 34 | 5 | 3 | 42 | --- | | | | | | | | | | | | | | | |
| 15 | 5 | 39 | --- | 32 | 31 | 34 | 38 | 7 | 22 | 37 | --- | | | | | | | | | | | | | | | |
| 16 | 34 | 27 | --- | 28 | 36 | 25 | 40 | --- | 4 | 7 | --- | | | | | | | | | | | | | | | |
| 17 | 3 | --- | --- | 31 | --- | 26 | 9 | 3 | 30 | 34 | --- | | | | | | | | | | | | | | | |
| 18 | 5 | 5 | --- | 33 | --- | 27 | 34 | --- | 42 | 50 | --- | | | | | | | | | | | | | | | |
| 19 | 42 | 17 | --- | --- | --- | 7 | 31 | --- | 40 | 41 | --- | | | | | | | | | | | | | | | |
| 20 | 37 | 15 | --- | 13 | --- | --- | 3 | --- | 39 | 40 | --- | | | | | | | | | | | | | | | |
| Total | 67 | 335 | 27 | 327 | 29 | 435 | 66 | 430 | 37 | 414 | 21 | 590 | 446 | 4455 | | | | | | | | | | | | |
| N.º de plantas | 11 | 9 | 9 | 10 | 5 | 9 | 5 | 15 | 5 | 11 | 6 | 13 | 8 | 12 | 4 | 16 | 3 | 10 | 128 | | | | | | | |
| Média | 6,1 | 37,2 | 8,3 | 34,4 | 5,4 | 36,3 | 7,0 | 33,1 | 5,8 | 33,6 | 7,0 | 33,5 | 8,3 | 35,8 | 5,0 | 33,8 | 4,8 | 34,5 | 5,3 | 36,9 | 4,0 | 36,0 | 6,3 | 35,3 | | |
| Classificação (**) | B | A | B | A | B | A | B | A | B | A | B | A | B | A | B | A | B | A | B | A | B | A | B | A | B(DD) | A(Dd) |

(*) A ausência ou presença dos discos foi determinada no Quadro 1. O n.º médio de lojas vazias por 100 frutos foi retirado do Quadro 4 de Carvalho, Krug, Mendes [e outros] (3).

(**) No quadro as letras B e A significam respectivamente *baixa* e *alta*.

QUADRO 3. — Observações sôbre a ocorrência do endosperma discóide nas plantas de quatro progênies do "Mundo Novo" em Campinas

| N.º das plantas | Número de discos em 20 frutos nas progênies | | | |
|-----------------|---|-------|-------|-------|
| | CP379 | CP382 | CP384 | CP388 |
| | n.º | n.º | n.º | n.º |
| — 1 ----- | | 0 | | |
| — 2 ----- | | 0 | | |
| — 3 ----- | | 0 | | |
| — 4 ----- | | 0 | | |
| — 5 ----- | | 0 | | 0 |
| — 6 ----- | 0 | 0 | 0 | 0 |
| — 7 ----- | 0 | 0 | 0 | 0 |
| — 8 ----- | 0 | 0 | 0 | 0 |
| — 9 ----- | 0 | 0 | 0 | 0 |
| — 10 ----- | 0 | 0 | 0 | 0 |
| — 11 ----- | 0 | 0 | 0 | 0 |
| — 12 ----- | 0 | 0 | 7 | 0 |
| — 13 ----- | 0 | 0 | 0 | 0 |
| — 14 ----- | 0 | 0 | 2 | |
| — 15 ----- | 0 | 0 | 0 | 5 |
| | | | | 6 |
| — 16 ----- | 0 | 0 | 0 | 0 |
| — 17 ----- | 0 | 0 | 0 | 0 |
| — 18 ----- | 0 | 0 | 0 | 0 |
| — 19 ----- | 0 | 0 | 0 | 0 |
| — 20 ----- | 0 | 0 | 0 | 0 |

não eram autofecundadas e admitindo 10% de polinização cruzada, pode-se esperar o aparecimento de algumas plantas Dd (cêrca de 3,3%) nas progênies de plantas homozigotas.

Os dados numéricos, portanto, são favoráveis à hipótese genética proposta.

3 - ELIMINAÇÃO DOS CHOCHOS PELA POLINIZAÇÃO ADEQUADA

A formação do endosperma discóide deve ser impedida numa planta Dd, quando ela for polinizada por DD, isto é, nos frutos provenientes das flores assim polinizadas, o defeito relativo à alta ocorrência de chochos não deve aparecer.

Numa planta (CP376-5), na qual se haviam encontrado 42 lojas vazias em 100 frutos não autofecundados, procedeu-se à polinização com pólen de outra planta, de baixa freqüência de chochos (Maragogipe, Col. 8). Em 82 frutos colhidos, encontraram-se apenas seis lojas vazias (quadro 5). Não fôra a única loja em que se encontrou um "disco", diríamos melhor que a polinização controlada **eliminou** o defeito. Aliás, anteriormente (4), uma polinização do mesmo tipo havia dado resultado semelhante. O aparecimento de um único disco, quando se esperava que nenhum aparecesse, será explicado mais adiante (pág. 96).

QUADRO 4. — Observações sôbre a ocorrência do disco nas plantas de quatro progênies de "Mundo Novo" em Campinas e sua relação com baixa e alta freqüência de chochos (*)

| N.º das plantas | N.º de lojas vazias em cada 100 frutos nas progênies | | | | Total | | | |
|----------------------|--|-------|--------|---------|-------|----|---------|---------|
| | CP379 | CP382 | CP384 | CP388 | | | | |
| | n.º | n.º | n.º | n.º | | | | |
| — 1 ----- | | 13 | | | | | | |
| — 2 ----- | | 3 | | | | | | |
| — 3 ----- | | 7 | | | | | | |
| — 4 ----- | | 9 | | | | | | |
| — 5 ----- | | 3 | | | 5 | | | |
| — 6 ----- | 6 | 5 | 5 | | 5 | | | |
| — 7 ----- | 7 | 8 | 7 | | 4 | | | |
| — 8 ----- | 8 | 7 | 5 | | 4 | | | |
| — 9 ----- | 4 | 10 | 7 | | 5 | | | |
| — 10 ----- | 6 | 4 | 11 | | 5 | | | |
| — 11 ----- | 4 | 6 | 4 | | 8 | | | |
| — 12 ----- | 8 | 18 | | 39 | 3 | | | |
| — 13 ----- | 6 | 12 | 9 | | 4 | | | |
| — 14 ----- | 7 | 8 | (**) 9 | | | 34 | | |
| — 15 ----- | 8 | 12 | 7 | | | 28 | | |
| — 16 ----- | 6 | 15 | 7 | | 6 | | | |
| — 17 ----- | 4 | 3 | 4 | | 6 | | | |
| — 18 ----- | 6 | 6 | 6 | | 4 | | | |
| — 19 ----- | 6 | 5 | 12 | | 8 | | | |
| — 20 ----- | 4 | 8 | 6 | | 7 | | | |
| Total ----- | 84 | 162 | 90 | (**) 39 | 74 | 62 | 401 | 101 |
| N.º de plantas ----- | 15 | 20 | 13 | 1 | 14 | 2 | 62 | 3 |
| Média ----- | | | | | | | 6,6 | 33,7 |
| Classificação ----- | B | A | B | A | B | A | S/Disco | C/Disco |

(*) A ausência ou presença dos discos foi determinada no quadro 3. O número médio de lojas vazias por 100 frutos foi retirado do quadro 4 de Carvalho, Krug, Mendes [e outros] (3).

(**) A quantidade de lojas vazias que ocorre na planta P384-14 constitui a única exceção na correspondência entre lojas vazias e discos; devendo existir alguma razão estranha para isso ocorrer, ela não foi tomada em consideração para o cálculo das médias.

4 - FREQUÊNCIA DA CLASSE dd (ENDOSPERMA DISCÓIDE)

Os endospermas ddd devem representar 25% do total de endospermas, isto é, 1/4 das sementes de flores autofecundadas de uma planta Dd deve se reduzir a um disco de endosperma.

Em 126 plantas de Campinas, que devem ser Dd, examinamos 20 frutos de cada uma (quadro 6), constatando apenas 15,6% em média, de endospermas discóides. Se bem que todos os frutos proviessem de flores não autofecundadas, não se justifica uma tão grande diferença para aquela porcentagem teórica.

Essa freqüência menor que a esperada, sugere que nem sempre a letalidade se mostre pela formação do disco : é possível que sementes ddd/dd cheguem a se formar, aparentemente normais. Como, no entanto, não se

QUADRO 5. — Análise de 82 frutos obtidos de uma planta *Dd* (Mundo Novo, CP376-5) quando polinizada por *DD* (Maragogipe, Col. 8)

| Tipo do fruto | Conteúdo das lojas | Frutos | Lojas desenvolvidas | | Total | |
|---------------|-------------------------------|--------|---------------------|----------------|-------|----------|
| | | | Com endosp. | Com perisperma | | |
| | | | | C/ disco | | S/ disco |
| | | n.º | n.º | n.º | n.º | |
| Moca | 1 end. + 0 ----- | 17 | 17 | ----- | 17 | |
| | 1 per. c/disco + 0 ----- | 1 | ----- | 1 | 1 | |
| | 1 per. s/disco + 0 ----- | 0 | ----- | ----- | ----- | |
| Chato | 1 end. + 1 end. ----- | 57 | 114 | ----- | 114 | |
| | 1 end. + 1 per. c/disco ----- | 0 | ----- | ----- | ----- | |
| | 1 end. + 1 per. s/disco ----- | 5 | 5 | 5 | 10 | |
| | 1 per. + 1 per. ----- | 0 | ----- | ----- | ----- | |
| "De 3" | 1 end. + 1 end. + 1 end. | 2 | 6 | ----- | 6 | |
| Total | ----- | 82 | 142 | 1 | 5 | 148 |

encontrou ainda uma única planta *dd*, tais sementes deverão ser inviáveis. Por outro lado, se a combinação letal agir antes, é possível que nem o disco chegue a se formar, ocorrendo então lojas tão vazias como aquelas que costumeiramente aparecem no café. Uma experiência de germinação de sementes poderia mostrar se germinam melhor as sementes das plantas *DD*, em virtude da suposta ocorrência de sementes inviáveis nas plantas *Dd*.

Recorrendo à Seção de Genética, obtivemos os dados relativos ao número de sementes semeadas e germinadas, da variedade *Mundo Novo*, nos anos de 1950 e 1951. Reunidos êsses dados, pôde-se observar (quadro 7), que as médias de germinação das sementes das plantas de baixa frequência de chochos foram inferiores, em ambos os anos, às de alta frequência de chochos. Embora não se trate de sementes das mesmas plantas com que vimos trabalhando, e os números não se prestem a uma análise estatística ⁽³⁾ nota-se que houve uma diferença no sentido que esperávamos.

5 - OCORRÊNCIA DE ENDOSPERMA DISCÓIDE EM PLANTAS *DD*.

Durante o exame das 262 plantas de Campinas constatamos algumas vezes, em amostras de 20 frutos, a ocorrência de um único disco, enquanto que era baixa a frequência de lojas vazias. Quando isso acontecia, colhiam-se da mesma planta mais quatro amostras de 20 frutos, que também eram examinadas; em alguns casos a constituição *Dd* da planta era confirmada pelo aparecimento de discos em maior quantidade nas novas amostras; noutros casos, porém, não mais era constatado o disco.

(3) Agradecemos ao Dr. Armando Conagin, da Seção de Técnica Experimental, o estudo desses dados.

O disco é um endosperma cujo desenvolvimento paralisa num certo ponto, sob a ação letal da combinação genética : endosperma **ddd** e embrião **dd**. No entanto, numa planta portadora ou não do fator **d**, o endosperma pode ter seu desenvolvimento paralisado em qualquer estágio, sob a ação de uma causa fisiológica ; se essa paralisação ocorrer em determinado estágio um disco se formará. Como a paralisação do desenvolvimento do endosperma em plantas **DD** é um evento raro, segue-se que a formação de um disco nessas mesmas plantas há de ser também **rara**, porém possível.

6 - PROVÁVEL CONSTITUIÇÃO GENÉTICA DAS GERAÇÕES SUCESSIVAS

As 15 plantas matrizes escolhidas no cafézal da Fazenda Aparecida seriam, como dissemos, **4DD:11Dd**. Desde que na sua escolha não foi levada em conta a ocorrência de lojas vazias, elas constituem uma amostra ao acaso dêsse cafézal, relativamente a tal característico. Embora pequena a amostra, pode se supor que na Fazenda Aparecida seja essa a proporção dos dois tipos de planta.

Considerando-se agora as 262 plantas analisadas dentro das 15 progênies de Campinas, tem-se a relação de **133DD:129Dd** (quadros 2 e 4).

Se nós imaginarmos que houve uma planta inicial **Dd** da qual vêm se derivando sucessivamente as atuais plantações de café Mundo Novo, a primeira geração seria constituída de **33,3%DD: 66,7%Dd**; teòricamente, cada dois frutos de uma planta **DD** dão 4 sementes **DD**; cada dois frutos de uma planta **Dd** dão uma semente **DD** e duas **Dd**. Desta forma, uma mistura de **igual número de frutos** das duas plantas, dará sementes na proporção de **5DD:2Dd** (ou 2,5:1). Por outro lado, quando se toma **igual número de sementes** de cada planta, a proporção das classes se

QUADRO 6. — Freqüência do aparecimento de endosperma discóide e endosperma normal em 126 plantas *Dd* encontradas nas progênies de 11 matrizes *Dd*

| N.º da Progênie | Plantas | Contagens de endospermas em 20 frutos de cada planta | | | % |
|--------------------------|---------|--|--------|----------|------|
| | | Total | Normal | Discóide | |
| | n.º | n.º | n.º | n.º | |
| CP374 ----- | 9 | 350 | 297 | 53 | 15,1 |
| CP375 ----- | 10 | 375 | 309 | 66 | 17,6 |
| CP376 ^a ----- | 9 | 354 | 303 | 51 | 14,4 |
| CP381 ^f ----- | 15 | 588 | 487 | 101 | 17,2 |
| CP383 ----- | 11 | 419 | 350 | 69 | 16,5 |
| CP385 ----- | 13 | 518 | 433 | 85 | 16,4 |
| CP386 ----- | 12 | 468 | 395 | 73 | 15,6 |
| CP387 ----- | 9 | 346 | 304 | 42 | 12,4 |
| CP389 ----- | 12 | 472 | 401 | 71 | 15,0 |
| CP390 ----- | 16 | 628 | 535 | 93 | 14,8 |
| CP391 ----- | 10 | 391 | 334 | 57 | 14,5 |
| Total ----- | 126 | 4909 | 4148 | 768 | 15,6 |

modifica, em detrimento das homozigotas, para **4DD:2Dd** (ou 2:1) ou ainda 2,2:1 se se levar em conta a existência de sementes inviáveis (**dd**) na amostra tomada da planta **Dd**; a geração seguinte dependeria, assim, do modo como se estabelecesse a plantação: se a partir de igual número de frutos de cada planta ou de igual número de sementes; no 1.º caso, ela seria constituída de **60%DD:40%Dd**; no 2.º caso, de **55,6% DD:44,4% Dd** ou ainda **57,4%DD:42,6%Dd** levando-se em consideração a existência de 10 sementes **dd**, inviáveis, em cada 85 sementes da planta **Dd**. Levando-se em conta, finalmente, 10% de polinização cruzada, essas relações se modificariam respectivamente para **59%DD:41%Dd** no 1.º caso e **55%DD:45%Dd** no 2.º caso, ou ainda **56,7%DD:43,3%Dd** na suposição da existência de sementes **dd** inviáveis.

Cálculos idênticos para as gerações seguintes mostram que, como acontece normalmente, as plantas homozigotas gradualmente sobrepõem em número as heterozigotas.

Assim, a proporção de plantas das duas classes num cafézal Mundo Novo deve ser variável, dependendo da geração a que pertença.

QUADRO 7. — Porcentagem de germinação de sementes do café "Mundo Novo" em plantas classificadas como de alta ou baixa ocorrência de chochos (*)

| Planta | Classificação | 1950 | | | 1951 | | |
|----------|---------------|----------|------------|------|----------|------------|------|
| | | Sementes | | | Sementes | | |
| | | Semeadas | Germinadas | % | Semeadas | Germinadas | % |
| | | n.º | n.º | % | n.º | n.º | % |
| CP374-3 | B | 200 | 178 | 89,0 | 80 | 71 | 88,8 |
| CP375-10 | B | 200 | 164 | 82,0 | 80 | 77 | 96,3 |
| CP379-17 | B | 200 | 191 | 95,5 | | | |
| CP379-18 | B | 200 | 187 | 93,5 | 108 | 73 | 67,6 |
| CP379-19 | B | 200 | 187 | 93,5 | | | |
| CP385-20 | B | 200 | 173 | 86,5 | | | |
| CP386-20 | B | | | | 51 | 42 | 82,4 |
| CP387-17 | B | 200 | 163 | 81,5 | | | |
| CP388-10 | B | | | | 75 | 48 | 64,0 |
| CP390-2 | B | 200 | 174 | 87,0 | | | |
| JP380-13 | B | 83 | 61 | 73,5 | | | |
| JP381-3 | B | 112 | 91 | 81,3 | | | |
| MP376-4 | B | 200 | 154 | 77,0 | | | |
| MP386-2 | B | 200 | 162 | 81,0 | | | |
| MP386-5 | B | 200 | 161 | 80,5 | | | |
| CP374-19 | A | 200 | 155 | 77,5 | | | |
| CP381-4 | A | 200 | 165 | 82,5 | 155 | 95 | 61,3 |
| CP381-12 | A | | | | 125 | 72 | 57,5 |
| CP390-9 | A | | | | 140 | 90 | 64,3 |
| MP376-7 | A | 200 | 140 | 70,0 | | | |
| P374-12 | A | 200 | 117 | 58,5 | | | |
| P374-19 | A | 200 | 109 | 54,5 | | | |
| P381-1 | A | 156 | 78 | 50,0 | | | |
| Total | B | 2395 | 2046 | 85,4 | 394 | 311 | 78,9 |
| Total | A | 1156 | 764 | 66,1 | 420 | 257 | 61,2 |

(*) Dados gentilmente cedidos pela Seção de Genética

6.1 - RELAÇÃO PROVÁVEL DAS DUAS CLASSES NA FAZENDA APARECIDA

A amostra (4DD : 11Dd) retirada da Fazenda Aparecida, muito se aproxima da relação teórica 1 : 2 que seria obtida se suas sementes fossem originárias de uma única planta Dd. De acôrdo com o histórico já publicado (3), houve um cafêzal inicial no Sítio Brumado, do qual oito plantas remanescentes foram matrizes dos cafeeiros da Fazenda Aparecida. Razões podem existir, ou o acaso pode ter feito com que êsse pequeno número de plantas, que chamavam a atenção e que sobreviviam quando seus coevos já tinham desaparecido, sejam da mesma constituição genética Dd.

Uma nova amostra que fosse retirada da Fazenda Aparecida deveria também se ajustar, nesse caso, à relação 1 : 2. Assim é que, em 100 plantas colhidas ao acaso, das quais se examinaram amostras de 20 frutos (4), não se constatou endosperma discóide em 37 ; nas 63 plantas restantes, verificou-se a ocorrência de discos. Êstes números se ajustam muito bem à esperada relação 33DD:67Dd (quadro 8).

QUADRO 8. — Número de plantas com e sem endosperma discóide em três localidades e número correspondente de lojas vazias encontradas nas mesmas amostras de 20 frutos de cada planta

| N.º de lojas vazias em 20 frutos | Número de plantas | | | | | |
|----------------------------------|-------------------|-------|----------------|-------|--------------|-------|
| | E.E. CAMPINAS | | FAZ. APARECIDA | | SÍTIO BACURI | |
| | DD | Dd | DD | Dd | DD | Dd |
| 0 ----- | n.º 59 | n.º 0 | n.º 7 | n.º 0 | n.º 12 | n.º 0 |
| 1 ----- | 48 | 3 | 5 | 1 | 16 | 0 |
| 2 ----- | 13 | 4 | 5 | 0 | 11 | 1 |
| 3 ----- | 8 | 5 | 4 | 1 | 7 | 2 |
| 4 ----- | 5 | 12 | 5 | 4 | 2 | 3 |
| 5 ----- | | 15 | 1 | 4 | 4 | 2 |
| 6 ----- | | 14 | 1 | 4 | 1 | 2 |
| 7 ----- | | 23 | 1 | 6 | 2 | 3 |
| 8 ----- | | 18 | 1 | 7 | 0 | 2 |
| 9 ----- | | 14 | 1 | 9 | 0 | 3 |
| 10 ----- | | 14 | 2 | 8 | 0 | 3 |
| 11 ----- | | 5 | 2 | 6 | 0 | 6 |
| 12 ----- | | 2 | 1 | 3 | 0 | 5 |
| 13 ----- | | | 0 | 1 | 0 | 3 |
| 14 ----- | | | 0 | 1 | 0 | 1 |
| 15 ----- | | | 0 | 2 | 1 | 1 |
| 16 ----- | | | 1 | 2 | 0 | 1 |
| 17 ----- | | | | 0 | 0 | 3 |
| 18 ----- | | | | 1 | 1 | 0 |
| 19 ----- | | | | 1 | | 1 |
| 20 ----- | | | | 0 | | 0 |
| 21 ----- | | | | 1 | | 0 |
| 22 ----- | | | | 0 | | 0 |
| 23 ----- | | | | 0 | | 0 |
| 24 ----- | | | | 1 | | 1 |
| Total ----- | 133 | 129 | 37 | 63 | 57 | 43 |
| N.º esperado ----- | 133 | 129 | 33 | 67 | 59 | 41 |

(4) Ao Dr. Marcos P. Penteadó, Chefe da E. E. de Pindorama, agradecemos a gentileza da colheita do material, feita pessoalmente com o auxílio do Sr. N. G. Blanco, Técnico de Laboratório da Seção de Citologia.

6.2 - RELAÇÃO EM QUE SÃO ESPERADAS AS DUAS CLASSES NO LOTE DE CAMPINAS

No lote de Campinas cada progênie foi formada com 20 plantas, o que equivale a dizer que cada planta matriz da Fazenda Aparecida forneceu um igual número de sementes. Uma vez que naquela Fazenda a proporção era de **1DD:2Dd**, em Campinas deveríamos ter **55%DD:45%Dd**. Porém, sabe-se que a composição da amostra dali retirada, que deu origem às plantas de Campinas é **4DD:11Dd** e não exatamente **1DD:2Dd**. Levando-se em conta ainda a existência de 10% de polinização cruzada e que cada planta da Fazenda Aparecida estava rodeada de plantas **DD** e **Dd** na proporção de 1:2, a proporção esperada em Campinas seria de **50,79%DD:49,21%Dd**. Em 262 plantas, teríamos **133DD:129Dd**; êstes números, aliás, foram exatamente os verificados (quadro 8).

6.3 - RELAÇÃO PROVÁVEL DAS DUAS CLASSES NO SÍTIO BACURÍ

O Sítio Bacurí é outra propriedade cujo cafèzal **Mundo Novo** foi formado com sementes do Sítio Brumado. Segundo o histórico publicado (3), das mesmas oito plantas iniciais retiraram-se sementes com as quais se formaram 400 plantas, sendo que filhas destas completaram as plantações do mesmo Sítio.

Se as plantas iniciais eram **Dd**, as 400 plantas delas derivadas deveriam conter **1DD:2Dd**; não há razão para supor que o fazendeiro tenha procurado formar o restante do cafèzal com número igual de descendentes de cada planta como é o caso do lote de Campinas; em tal caso, êsse cafèzal deveria conter **59%DD:41%Dd**.

Também dêste cafèzal colheram-se amostras de 100 plantas ao acaso, como se fêz na Fazenda Aparecida (5). Examinados os frutos, verificou-se que a amostra era de 57 plantas **DD**: 43 plantas **Dd** (quadro 8).

7 - CONCLUSÕES

Conclue-se que no Café **Mundo Novo** há dois grupos distintos de plantas quanto à freqüência de frutos chochos.

As evidências aqui reunidas concordam com a hipótese genética anteriormente formulada de ser o característico "endosperma discóide" determinado por um par de fatores genéticos: a população do **Mundo Novo** será constituída de um grupo de plantas homozigotas **DD** (com baixa freqüência de chochos) e um grupo de plantas heterozigotas **Dd** (com alta freqüência de chochos). Tudo indica que uma terceira classe **dd** não ocorre em virtude da letalidade da combinação endosperma **ddd** embrião **dd**.

Limitando-se a selecionar as plantas **Mundo Novo** dentro do grupo de baixa ocorrência de chochos, o que aliás já vem sendo feito no Instituto Agrônômico desde 1950, o melhorista encontra fundamento para eliminar um notório defeito da variedade.

(5) Êste material também foi colhido pelo Dr. Marcos P. Penteado, auxiliado pelo Sr. N. G. Blanco, aos quais agradecemos.

MANUFACTORIAL INHERITANCE OF "EMPTY-LOCULE" IN THE MUNDO NOVO COFFEE

SUMMARY

It was shown in a recent paper that the occurrence of empty locules in coffee fruits of the variety Mundo Novo (*Coffea arabica* L.) is due to an arrest in the endosperm development that takes place at a definite stage, leading to the formation of a small disc; this rudimentary type of endosperm has been called "discoïd endosperm". A suggestion was then made that this process might be controlled by genetic factors. Under this assumption, normal plants were DD; plants in which the defect occurred, Dd, and the homozygous, recessive form was lethal.

The high correlation between discoïd endosperm and empty locules permitted a clear-cut separation of Mundo Novo coffee populations into two classes: a) plants in which the discoïd endosperm is not formed (normal plants); and b) plants in which the disc occurs (high percentage of empty locules).

A survey was made of three Mundo Novo plantings representing different generations of an once-existing small group of plants. Under the assumption that the original plants (maximum of eight plants) were Dd (F₁), the first plantings made with their seeds represented F₂ populations and should have DD and Dd individuals in a ratio of 1:2. A second planting has been made with seed collected from 400 plants that represented another group of the supposed F₂ generation; assuming that this F₂ had 1DD:2Dd, and that 10% of cross pollination occurred, this F₃ population should consist of DD and Dd individuals in the ratio of 59:41. A third group of plants that was examined had been planted with seed collected from 15 plants selected from the first planting of the F₂ generation. Sampling of these 15 parent plants indicated that according to the presence of discoïd endosperm they were 4DD:11Dd; assuming that 10% of cross pollination occurred and taking into account that an equal number (20) of seedlings was selected from each progeny, it was expected that the ratio in this F₃ lot would be 51:49. Samples of 100, 100, and 262 plants that were examined in the one lot that represented an F₂ generation and in the two others that represented F₃ generations, respectively, confirmed the above-mentioned expectations.

Individual study of the plants belonging to the 15 progenies showed that the 197 plants derived from the 11 Dd plants were in the ratio of 1DD:2Dd; among the 65 plants derived from the 4 DD individuals, only four were Dd, which corresponds closely to a possible 10% of cross pollination.

Emasculated flowers of Dd plants that were pollinated with DD pollen produced only normal seeds, thus confirming the genetic origin of empty locules.

The frequency of empty locules only seldom reaches the expected 25%. To explain this slight discrepancy, the suggestion is made that some ddd endosperm may attain normal size and shape, although their embryos may not be viable since no dd plants has ever been found. Data on germination obtained in 1950 and 1951 have indicated that apparently normal seed from plants that had a high percentage of empty locules (probably Dd) gave a lower germination than those from plants with a low percentage of empty locules (probably DD).

LITERATURA CITADA

1. ANTUNES, H. (filho) & CARVALHO, A. Melhoramento do cafeeiro. VII. Ocorrência de lojas vazias em frutos de Café "Mundo Novo". *Bragantia* 13:[165]-179. 1954.
2. CARVALHO, A. & KRUG, C. A. Biologia da flor do cafeeiro *Coffea arabica* L. *Ciênc. e Cult.* 1:35-38. 1939.
3. ———, KRUG, C. A., MENDES, J. E. T. [e outros]. Melhoramento do cafeeiro. IV. Café Mundo Novo. *Bragantia* 12:[97]-129. 1952.
4. MENDES, A.J.T., MEDINA, DIXIER M. & CONAGIN, CÂNDIDA H. T. MENDES. Citologia do desenvolvimento dos frutos sem sementes no Café "Mundo Novo". *Bragantia* 13:[257]-279. 1954.