

# GENÉTICA DE COFFEA

## VIII — HEREDITARIEDADE DOS CARACTERES DE *C. ARABICA* L. var. *ANOMALA* K. M. C.

C. A. Krug

e

Alcides Carvalho

### I — INTRODUÇÃO

Na literatura genética encontram-se, com frequência, resultados de análises sôbre a hereditariedade de formas anormais, tanto em animais como em plantas. Na maioria dos casos, trata-se de tipos recessivos, encontrados, principalmente, em forma de segregantes de material genético em estudo. A natureza destas anomalias é a mais diversa possível, afetando, tanto nos animais como nas plantas, a sua estrutura interna, sua morfologia, bem como, às vêzes, a sua fisiologia.

Durante as nossas investigações sôbre o gênero *Coffea* o encontro de anomalias genéticas tem sido, relativamente, pouco frequente. Assim, são raras as variações que podem ser classificadas como realmente "anormais", constatadas nos viveiros e nas culturas. Verificou-se que tais variações afetam, de preferência, as fôlhas, alterando geralmente a sua forma. Outras vêzes, como no caso da fasciação, já descrito em trabalho anterior (2), o estado "anormal" é mais generalizado, afetando vários órgãos da planta.

No presente artigo descrevemos os caraterísticos e o mecanismo hereditário peculiares a uma outra anomalia que, mais ainda do que a fasciação, se destaca por marcantes desvios do tipo normal, quanto ao porte, à ramificação, às fôlhas, flores, frutos e sementes. À vista dos seus caraterísticos tão anormais resolveu-se, em 1938, descrever êste tipo sob o nome de *Coffea arabica* L. var. *anomala* K. M. C. (4).

### II — CARACTERES PRINCIPAIS DO *C. arabica* L. var. *anomala* K. M. C.

No trabalho atrás citado foi traçado o histórico desta variedade, apresentando-se, a seguir, um resumo dos seus caraterísticos. Já naquela ocasião a análise genética, em execução, indicava tratar-se

de um tipo hereditário estável (1, 4). Frizamos também o fato de têmos encontrado uma única planta (n.º 19), com os caraterísticos em questão, o que era de se estranhar, em vista do considerável número de cafeeiros examinados em várias regiões de São Paulo e de outros Estados vizinhos. Ainda agora, passados mais sete anos, podemos afirmar o mesmo. Várias outras variações foram observadas, em viveiro, porém nenhuma se igualando à planta descrita como *anomala*.

Antes de apresentar os dados da análise genética realizada com êste tipo anormal, julgamos de interêsse descrever os seus caraterísticos em maiores detalhes do que fôra feito na publicação anterior.

O cafeeiro *anomala* encontrado, em 1933, no cafezal da Estação Experimental Central de Campinas apresentava um porte elevado, cêrca de 2.5 m de altura e um diâmetro de copa de quase 2 metros (Fig. 1). O cafeeiro em questão precisou ser eliminado, em virtude do aproveitamento do talhão onde se achava para outras culturas, mas não antes de têmos garantido, em nossa coleção, vários enxertos daquele cafeeiro. Êsses enxertos estão bem desenvolvidos, reproduzindo todos os caraterísticos da planta original. Seus ramos laterais são abundantes, muito subdivididos, internódios às vêzes excessivamente curtos e mostrando leves indícios de fasciação. As fôlhas, no geral, são em número de duas por nó, não sendo raro a ocorrência de apenas uma ou então de três a quatro, como se se tratasse de uma fasciação. O número de fôlhas é variável em nós vizinhos, notando-se alguns com número de fôlhas normais logo em seguida a um anormal.

A conformação das fôlhas é o que se pode notar de mais anormal na planta. Já as próprias fôlhas cotiledonares se mostram um pouco deformadas. As fôlhas adultas não raramente são reduzidas a simples filamentos de bordos recortados e irregulares, outras vêzes largas, bipartidas e com formas as mais diversas (Fig. 2). Apesar de tôda essa irregularidade, as fôlhas de um mesmo nó têm certa tendência a apresentar as mesmas variações de forma e tamanho, enquanto variações extremas são, às vêzes, encontradas entre fôlhas de nós vizinhos. No geral, também as fôlhas possuem um ápice bem destacado. As domácias são inexistentes nas formas muito alongadas ou reduzidas consideravelmente em número. As nervuras principais, como as de ordem inferior, são em número muito reduzido e irregularmente dispostas. Notável variabilidade ainda se nota no nível do ponto de inserção da lâmina de um e outro lado do pedúnculo. As estípulas interpeciolares, no geral, são normais, deltóides e acuminadas, mais raramente se apresentando subdivididas e com duas arestas.

Os botões e as flores quase sempre são anormais, não chegando a se desenvolver completamente em alguns anos (Fig. 3 a). O pistilo se desenvolve, ficando o resto do perianto em estado atrofiado. Em anos de abundância de chuvas por ocasião do florescimento, tal como ocorreu em 1945, um número maior de flores é produzido e o perianto todo se desenvolve, permitindo obter dados interessantes quanto às irregularidades observadas em seus componentes (Fig. 4). As flores assim produ-

zidas, são menores do que as flores da var. *typica*. O tubo da corola é mais curto e o seu diâmetro mais reduzido. O número de lobos é, no geral, de 5, porém é alta a percentagem de flores com 4 lobos e também com 6. Os lobos normais são menores que os da var. *typica*. Os lobos se apresentam com as pontas, às vezes, pouco anormais, às vezes, bífidas ou, então, completamente atrofiados, tal como acontece com as folhas, chegando, às vezes, a simples rudimentos (Fig. 4). A irregularidade pode não ser geral a todos os lobos, notando-se lobos perfeitamente normais, junto de outros completamente atrofiados. O comprimento do estilo é proporcional ao tamanho da flor. Em alguns casos, porém, é excessivamente longo e em outros apresenta-se um pouco mais grosso. O número de lobos do estigma é quase sempre dois ou, com certa frequência, três. No geral, são anormais, mais grossos e mais largos. Nos casos extremos são muito curtos e levemente esverdeados. O número de estames é igual ao número de lobos da corola, isto é, variando de 1 a 5. São todos normais ou todos deformados, ou uns normais e outros anormais na mesma flor. O filamento do estame é curto e grosso, às vezes meio retorcido ou reduzido a rudimentos sem antera na extremidade. As anteras, quando não completamente ausentes, variam desde pequenas saliências mal perceptíveis a olho nu, até ao tipo normal, com tamanho proporcional ao da flor. Quanto ao seu tamanho, geralmente são mais curtas quando não de formato completamente anormal. A quantidade de pólen parece ser reduzida. Há apenas vestígios de cálice e o ovário, externamente, se apresenta normal.

O número de frutos formados é bem menor do que o número de botões produzidos, o que, aliás, era de se esperar, pelo elevado número de anomalias verificadas. Os frutos que se desenvolvem são mais circulares em secção transversal do que na variedade *typica*; apresentam um disco um pouco maior (Fig. 3 c), sendo a sua coloração vermelho normal.

É frequente o desenvolvimento de dois e mais raramente de 3 óvulos por loja do ovário, dando assim origem a uma percentagem elevada de sementes anormais do tipo "concha" (Fig. 3 d). Esse número anormal de óvulos por loja é que dá origem, em café, à "falsa poliembrionia" (3).

As observações efetuadas em 1934, cortando os frutos maduros e examinando o número de sementes por loja, indicaram que cerca de 25% das lojas do ovário encerram mais de uma semente, o que é uma percentagem muito elevada para o cafeeiro. Essa percentagem, entretanto, varia consideravelmente de ano para ano; assim, constatamos, em 1941, 7% de lojas com mais de 1 semente e em 1945, 40%.

Tanto as sementes do tipo "chato", como as do tipo "moca", podem se apresentar com forma normal ou apresentar a sua superfície mais ou menos corrugada (Fig. 5).

As sementes germinam normalmente.

Quanto ao número de cromossômios, o *anomala* não difere da maioria das demais variedades do *C. arabica*, isto é, contém 44 cromossômios somáticos.

## III — ANÁLISE GENÉTICA

## 1. Resultados da autopolinização artificial

Encontramos dificuldades em obter êsses resultados, pois, em geral, o *anomala* produz um número muito pequeno de sementes. Apenas 7 plantas foram obtidas como resultado das autopolinizações realizadas em 1933 e 1935. Tôdas as plantas se apresentam com os caracteres típicos da var. *anomala* e com um crescimento extremamente lento (Fig. 6). As anomalias se notam a partir das fôlhas cotiledonares.

2. F<sub>1</sub> : *anomala* x *normal* (vars. *bourbon* e *typica*)

Os seguintes cruzamentos foram realizados :

QUADRO I

H Í B R I D O (*)	Ano da hibridação	N.º sementes	N.º plantas
19 x 1 .....	1933	22	17
19 x 12 .....	1933	2	2
10 x 19 .....	1935	48	40
19 x 10 .....	1935	8	6

Tôdas as plantas F<sub>1</sub> não mostraram, até o primeiro ano, vestígio algum do *anomala*, quer na ramificação, quer na forma das fôlhas. Posteriormente, porém, um ou outro par de fôlhas dos ramos laterais ou mesmo da haste principal, produzido na estação sêca do ano, começou a demonstrar ápices levemente anormais, como indica a fig. 7. Isto foi observado em tôdas as plantas em estudo. O par de fôlhas no nó seguinte era, no geral, novamente normal, surgindo esta condição de leve anormalidade, daí por diante e de quando em vez, com intervalos irregulares.

As flores, os frutos e as sementes produzidas pelos híbridos F<sub>1</sub> são bem normais, não mais se notando a tendência para produção de lojas com número maior de óvulos, tão característico da var. *anomala*. Um exame de 5.506 lojas de frutos colhidos em 1937, de 16 cafeeiros híbridos, revelou a existência de apenas 62 com mais de um óvulo (1,1%). Uma tal percentagem é normal para qualquer variedade de café. Na colheita de 1938, em 8.602 lojas examinadas, apenas encontramos 0,6% com número anormal de óvulos.

(\*) O cafeeiro n.º 1 pertence à var. *bourbon* e os de ns. 10 e 12 à var. *typica*.

Os híbridos  $F_1$  se distinguem, pois, das plantas normais, apenas pelo aparecimento ocasional de folhas apresentando um ápice ligeiramente anormal.

### 3. $F_2$ : (de $F_1$ : *anomala* x *normal*)

Ao examinarmos as plantas desta geração a fim de agrupá-las nas diferentes classes, tivemos a necessária precaução de repetir a classificação por várias vezes e em várias épocas do ano. Isto pela razão já exposta, de que somente em intervalos irregulares, aparecem folhas levemente anormais nas plantas híbridas, permitindo, assim, sua separação das plantas completamente normais. Durante o período de classificação, as plantas foram mantidas no viveiro de café da Estação Experimental Central de Campinas, em local meio sombreado, onde as condições para o desenvolvimento vegetativo são bastante satisfatórias. Após têmos já classificado tôdas as plantas por diversas vezes, elas foram podadas rente ao solo, a fim de examinarmos as folhas dos brotos que surgem da base.

Reunindo os dados finais, obtivemos, nessa geração  $F_2$ , um conjunto de 26 plantas normais, 49 idênticas ao  $F_1$  (apresentando, às vezes, pares de folhas com ápices anormais) e 29 do tipo *anomala*, como indica o quadro II. Essa relação se enquadra na relação teórica de 1:2:1, esperada na base da segregação de um par de fatores genéticos principais, o valor de  $X^2$  sendo de 0.52.

Q U A D R O I I

PLANTA	Plantas normais	Plantas híbridas	Plantas <i>anomala</i>	Total	$X^2$
(19 x 1)— 8 .....	14	24	16	54	0.81
(19 x 1)—12 .....	11	20	6	37	1.59
(19 x 12)— 1 .....	0	0	2	2	—
(19 x 12)— 2 .....	1	5	5	11	2.99
	26	49	29	104	0.52

### 4. "Backcrosses"

Na florada de 1936 duas séries de "backcrosses" foram feitas, isto é, cruzamentos do  $F_1$  com plantas normais e com outras do tipo *anomala*. Durante a classificação das plantas normais e híbridas (semelhantes ao  $F_1$ ), foram tomados os mesmos cuidados já atrás mencionados para o estudo das famílias  $F_2$ . Os resultados obtidos são apresentados nos quadros III e IV e se enquadram na relação esperada de 1:1 ( $X^2$ , respectivamente, igual a 0,48 e 1,92).

## QUADRO III

F<sub>1</sub> X NORMAL (*BOURBON* E *TYPICA*)

	Plantas normais	Plantas híbridas	Total	X <sup>2</sup>
(19 x 1)— 8 x 1 .....	1	3	4	1.00
(19 x 1)—12 x 1 .....	17	11	28	1.28
(19 x 12)— 1 x 12 .....	11	10	21	0.04
	29	24	53	0.48

## QUADRO IV

F<sub>1</sub> X *ANOMALA*

	Plantas híbridas	Plantas <i>anomala</i>	Total	X <sup>2</sup>
(19 x 1)— 8 x 19 .....	14	17	31	0.28
(19 x 1)—12 x 19 .....	5	9	14	1.14
(19 x 12)— 2 x 19 .....	2	5	7	1.28
	21	31	52	1.92

## IV — DISCUSSÃO E CONCLUSÕES

Os dados que apresentamos, tanto para as populações F<sub>2</sub> como para os "backcrosses", indicam que os caracteres principais da var. *anomala* são condicionados por um só par de fatores genéticos recessivos principais, para o qual propomos o símbolo *an an*, derivado do nome desta variedade.

Pela descrição detalhada desta variedade de *C. arabica*, verificou-se que as anormalias, que a caracterizam, afetam, mais ou menos profundamente, a maioria dos órgãos da planta. A análise genética nos demonstrou agora que um único par de fatores principais é responsável por tôdas estas anormalias, demonstrando a extraordinária multiplicidade de efeito dêste fator em estado duplamente recessivo.

Sem dúvida, esta variação se originou por mutação e como somente encontramos um único exemplar entre centenas de milhares de plantas das mais variadas procedências, examinadas durante 13 anos de pesquisas genéticas com o cafeeiro, presume-se que a incidência desta mutação seja extremamente rara.

Como foi descrito, o híbrido  $F_1$ , pode, em certas épocas, ser distinguido das plantas normais (homozigotas dominantes), tornando-se então incompleta a dominância do alelo normal. São desconhecidas as causas que determinam a ocorrência esporádica de pares de fôlhas de ápices anormais, em virtude da manifestação, nesta zona, do alelo recessivo *an*. Apenas podemos lançar algumas hipóteses para explicar êste fenómeno. Em primeiro lugar, é lícito supor que determinada constelação de fatores do meio ambiente influa de tal modo, seja reduzindo, ou mesmo suprimindo por completo a ação do alelo normal, seja provocando a ocorrência de mutações do fator *An* para *an*. Parece-nos que a primeira das hipóteses é a mais provável. Devemos, entretanto, lembrar que talvez se trate também da consequência de alguma irregularidade citológica, como, por exemplo, da ocorrência de segregação somática ou de uma deficiência cromossômica atingindo o loco do gen *An*.

## V — RESUMO

No presente artigo, após uma descrição detalhada dos caracteres da variedade *anomala* de *C. arabica*, são relatados os resultados da sua análise genética. Concluiu-se que se trata de uma forma recessiva em relação ao tipo normal da espécie, propondo-se para o único par de gens responsáveis o símbolo *an an*. A ação dêste par de gens é notável, afetando a quase totalidade dos caracteres da planta, como: porte, ramificação, fôlhas, flores, frutos e sementes. O  $F_1$ , normal x *anomala*, demonstra dominância praticamente total do tipo normal, manifestando-se a presença do alelo recessivo apenas esporadicamente, deformando, possivelmente sob ação de determinados fatores do meio ambiente, ou em consequência de alguma anomalia citológica, os ápices de alguns pares de fôlhas.

## S U M M A R Y

After giving a detailed description of the main characters of *C. arabica* L. var. *anomala* K. M. C., the authors present the results of its genetic analysis. It was found that it is recessive to the "normal" *C. arabica*, one single pair of genes — *an an* — being responsible for the appearance of all its main differentiating characteristics. The influence of this pair of genes is rather remarkable, affecting nearly all of the plant characters, as habit of growth, type of branching, shape and size of leaves and the morphology of flowers, fruits and seeds. The  $F_1$  hybrids show almost complete dominance of the normal type, with the exception of the occasional occurrence of a few leaf pairs, the apex of which is slightly deformed. The appearance of this abnormality in  $F_1$  is thought to be due to special environmental conditions which permit the manifestation of the single *an* allele, or a consequence of some sort of abnormal cytological behavior.

## LITERATURA CITADA

1. **Krug, C. A.** Genética de Coffea. Plano de estudos em execução no Departamento de Genética do Instituto Agrônômico. Bol. Técn. do Inst. Agr. do Estado de São Paulo, Campinas n.º 26: 1-39, figs. 1-16, 1936.
2. **Krug, C. A. e A. Carvalho** Genética de Coffea II — Hereditariedade da fasciação. Bol. Técn. do Inst. Agr. do Estado de São Paulo em Campinas 81: 1-36, figs. 1-9. 1940.

3. **Krug, C. A. e J. E. T. Mendes.** A Chamada Polyembryonia em Coffea. Bol. Técn. do Inst. Agr. do Estado em Campinas, 17: 1-9, figs. 1-7. 1935.
4. **Krug, C. A., J. E. T. Mendes e A. Carvalho.** Taxonomia de *Coffea arabica* L. Descrição das variedades e formas encontradas no Estado de São Paulo. Bol. Técn. do Inst. Agr. do Estado de São Paulo. 62: 1-57, est. I-LVIII. 1939.

### DESCRIÇÃO DAS FIGURAS

- Fig. 1 — Velho cafeeiro *anomala* (n.º 19), encontrado, em 1933, na Estação Experimental de Campinas.
- Fig. 2 — Alguns exemplos de fôlhas anormais (x 2/3).
- Fig. 3 — a — Botões anormais com perianto reduzido, mostrando estilos e estílgas grossos (x 2/3).  
b — Botão e flor normais (x 2/3).  
c — Fruto; note-se o disco grande (x 2/3).  
d — Dois grupos de duas sementes, tendo-se desenvolvido cada grupo numa só loja (x 2/3).
- Fig. 4 — Anomalias frequentes no estígma e na corola (x 2/3).
- Fig. 5 — Três sementes de superfície rugosa (x 2/3).
- Fig. 6 — Muda de *anomala* de 11 meses de idade; note-se o crescimento reduzido.
- Fig. 7 — Tipos de fôlhas com ápices anormais que ocorrem, esporadicamente em plantas F<sub>1</sub> (normal x *anomala*). A deformação notada na última fôlha à direita é a mais comum (x 2/3).

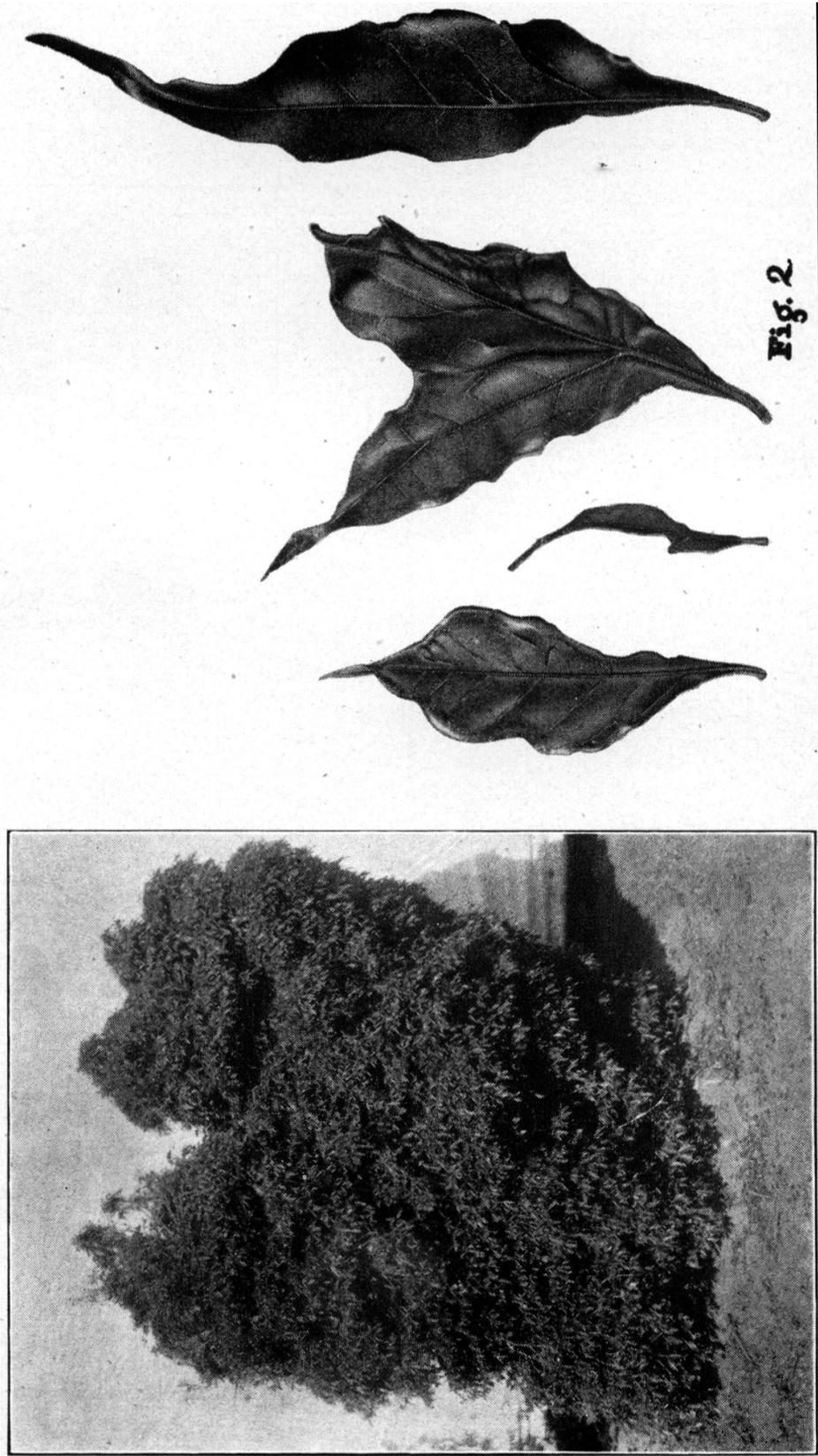
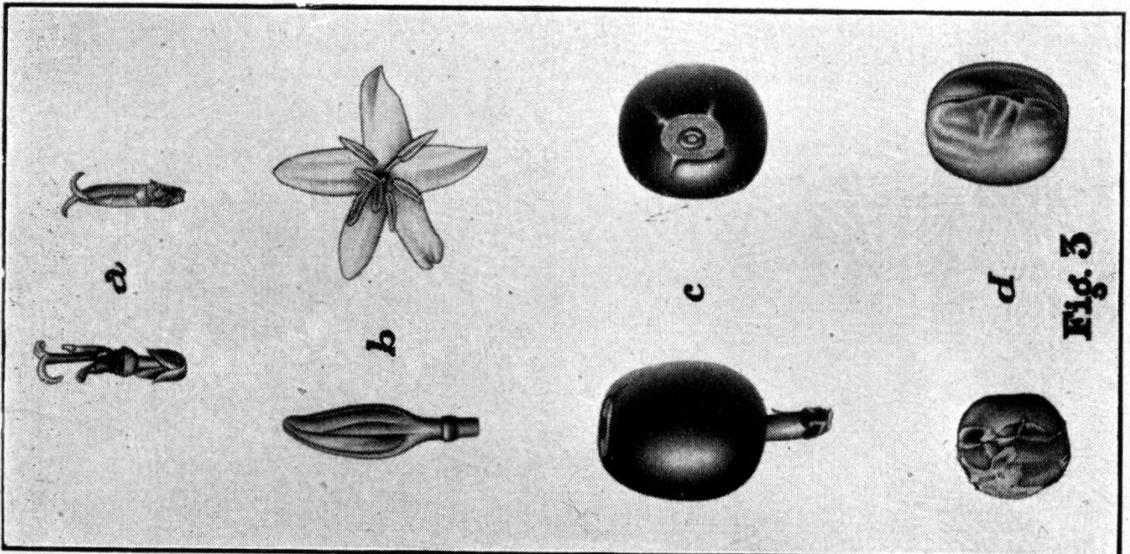
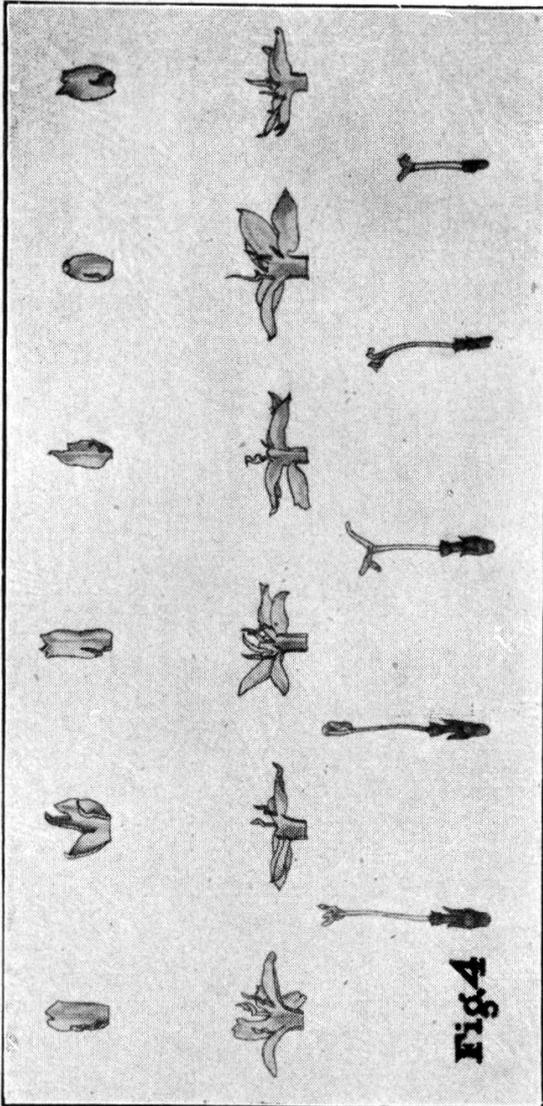
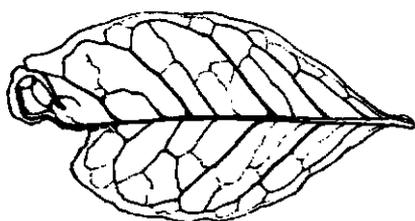
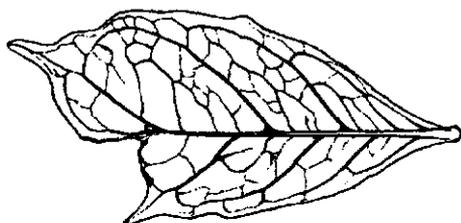
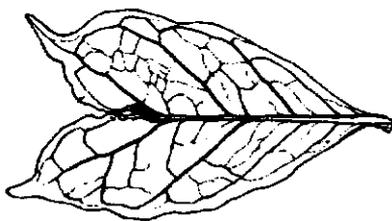
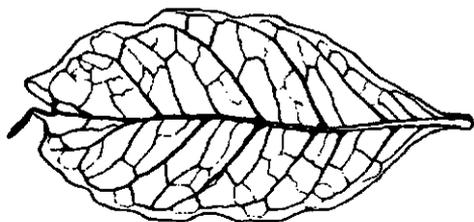


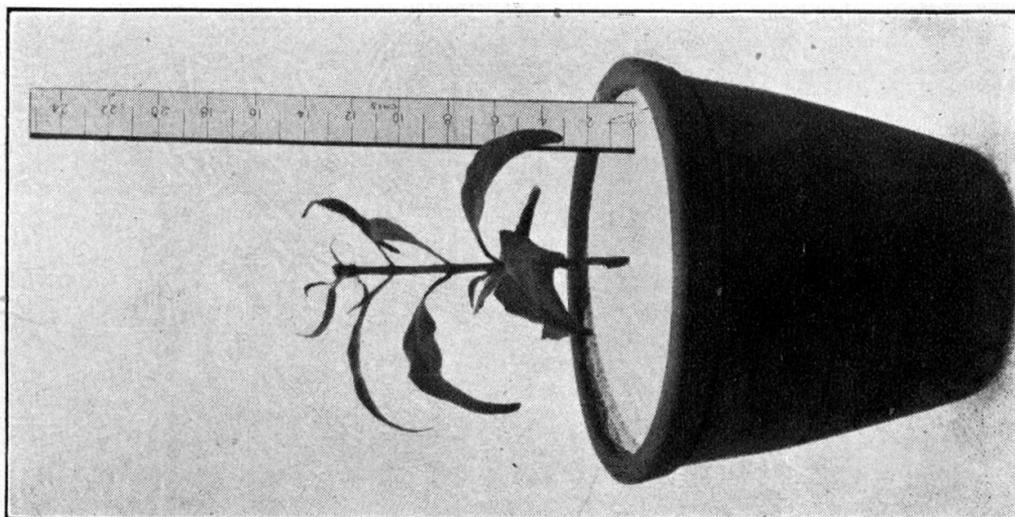
Fig. 2

Fig. 1





**Fig. 7**



**Fig. 6**