

NEUSA DINIZ DA CRUZ
BIOLOGISTA
INSTITUTO AGRONÔMICO - CAMPINAS
Bolsista do Conselho Nacional de Pesquisas

ANEUPLÓIDES DE CAFÉ - ASPECTOS MORFOLÓGICOS E
CITOLÓGICOS NA ANÁLISE DE DUAS PROGÊNIES DO CAFÉ
'MUNDO NOVO' (COFFEA ARABICA L.)

ORIENTADOR: Prof. Dr. Almiro Blumenschein

*Tese de doutoramento apresentada
à Escola Superior de Agricultura
"Luiz de Queiroz", da Univer-
sidade de São Paulo.*

PIRACICABA
ESTADO DE SÃO PAULO - BRASIL
1972

A meus pais
e a Nelyta,
minha irma

AGRADECIMENTOS

Desejamos expressar nossos agradecimentos a todas as pessoas que, direta ou indiretamente, colaboraram para a realização deste trabalho, particularmente as relacionadas a seguir:

da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz",

Prof. Dr. Almiro Blumenschein, chefe do Departamento de Genética, pela orientação e compreensão;

do Instituto Agronômico,

Drs. Alcides Carvalho e Lourival Carmo Mônaco, da Seção de Genética, pelas sugestões e críticas valiosas;

Dras. Dixier Marozzi Medina e Candida Helena Teixeira Mendes Conagin, da Seção de Citologia, pela colaboração e presença constante no decorrer deste trabalho,

Dr. Maro Ran-ir Söndahl, da Seção de Genética, pela colaboração na fase experimental,

Dr. Heli Camargo Mendes, Diretor do Serviço de Divulgação Técnico-Científica, pelas correções na redação,

Srs. Raphael Pompêo de Camargo, pelos desenhos, e William Charles Ducret, pelas fotografias,

os Srs. Alfredo Armando Carlström Filho, Nilza de Oliveira Pacheco, Onivaldo Camargo, Ana Margarida Arruda, Francisco Palma e Luiz André Macedo, pela inestimável cooperação.

ÍNDICE

	Pág.
1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO DA LITERATURA.....	3
2.1. <u>Coffea arabica</u> L.	3
2.1.1. Morfologia	3
2.1.2. Citologia	5
2.2. Aneuploidia	7
2.2.1. Interdependência cromossômica: balanço genético	10
3. MATERIAL	13
4. MÉTODOS	15
4.1. Agrupamento das plantas segundo sua morfologia	15
4.2. Determinação do número de cromossomos em mitose	16
4.3. Determinação do número de cromossomos em meiose	17
4.3.1. Preparo das lâminas	18
4.4. Agrupamento das plantas segundo a citologia	19
4.4.1. Gráficos poligonais (Polígono de Hutchinson)	19
4.5. Análise do pólen, fruto e semente	20
5. RESULTADOS	22
5.1. Características morfológicas	22
5.1.1. Caracterização morfológica dos possíveis aneuplóides.	23
5.2. Análise citológica	28
5.3. Gráficos poligonais	34
5.4. Relação entre números de cromossomos e análises do pólen, fruto e semente	36
5.5. Fenocópia de alguns mutantes genéticos encontrados nos aneuplóides	42

	Pág.
6. DISCUSSÃO	45
6.1. Considerações sobre citologia e a variabilidade de <u>Coffea arabica</u> L.	45
6.2. Comportamento meiótico de <u>C. arabica</u> L.	47
6.3. Número de cromossomos encontrados nas progênies	48
6.4. Possibilidades dos aneuplóides para as pesquisas em café.	53
7. RESUMO E CONCLUSÕES	56
8. SUMMARY AND CONCLUSIONS	59
9. LITERATURA CITADA	62
QUADROS E GRÁFICOS	66
FIGURAS	85
APÊNDICE	101

1. INTRODUÇÃO

Coffea arabica L., única espécie do gênero cultivada na América Latina, é nativa nas grandes altitudes da Etiópia e possivelmente do Sudão. Além de características morfológicas próprias, ela é tetraplóide ($2n = 44$) e autógama, enquanto as outras espécies são diplóides ($2n = 22$) e alógamas. Segundo CARVALHO et al. (1969) o pareamento observado em haplóides sugere que C. arabica poderia ser um autotetraplóide. Porém, o comportamento meiótico de alguns híbridos interespecíficos e as relações genéticas de alguns fatores duplicados, indicam que a espécie seja um alopoliplóide, e talvez um alotetraplóide de segmento.

A condição poliplóide no café arábica faz com que o emprego de plantas aneuplóides seja extremamente aumentado, pois permite utilizar plantas monossômicas e nulissômicas, uso esse cerceado nos indivíduos diplóides, onde a falta de um cromossomo pode acarretar um desequilíbrio gênico insustentável.

Atualmente os geneticistas se esforçam pela obtenção de uma planta ideal de café, planta essa que reúna, em uma estrutura capaz de melhor aproveitamento do clima e do solo e com condições de resistência e de produção, toda a potencialidade do gênero.

Para alcançar quanto mais cedo esse ideal é necessária a adoção de muitas técnicas diferentes, já usadas em outras culturas. Um exemplo seria a transposição de caracteres desejáveis de uma espécie ou variedade para outra por meio da substituição de cromossomos, para o que plantas aneuplóides seriam o instrumento. Desde 1916, quando Bridges descobriu esse tipo de anormalidade em Drosophila e Blakeslee e Belling o fizeram em Datura alguns anos após, sua utilização tem sido intensa.

O estudo de aneuplóides, além de trazer vantagens para o melhoramento, propicia a associação de genes aos cromossomos. Sua aplicação se estende também na resolução de problemas filogenéticos, como em Nicotiana tabacum onde foi possível confirmar, através de monossômicos, quais as espécies que lhe tinham dado origem.

Os primeiros aneuplóides em café foram encontrados na progênie de uma planta bourbon homozigota, obtida artificialmente e cor-

respondiam a fenocópias dos mutantes já conhecidos, "mucronata" e "angustifolia", portanto fenotipicamente diferentes. É comum aparecerem, em sementeiras de café, plantas com aspecto diferente do esperado. É provável que esta diversificação de características das plantas normais seja decorrente de modificações numéricas do genoma, porque há predominância de autogamia no Arábica, levando a planta à homozigose. Além do mais, tem sido encontrada alguma dificuldade na análise genética de algumas dessas plantas.

O presente trabalho teve por finalidade conhecer de que ordem eram, genéticas ou cromossômicas, as diferenças morfológicas encontradas em progênies do café 'Mundo Novo'. Foi o início de uma pesquisa sistemática com aneuplóides de café.

2. REVISÃO DA LITERATURA

2.1. Coffea arabica L.

Três revisões sobre café foram utilizadas no trabalho. A primeira data de 1958, foi escrita por vários autores e trata de diferentes especialidades como sejam fisiologia, genética, citologia e anatomia (ALVIM, CARVALHO et al., 1958). A segunda, de Sybenga (1960), reúne dados bibliográficos sobre genética e citologia. Na terceira, mais recente, Carvalho et al. (1969) escreveram sobre sistemática, genética e citologia das duas principais espécies comerciais, intensamente cultivadas; mencionando outras espécies, também cultivadas, mas de menor importância.

De todos estes relatos se conclui que a taxonomia do gênero ainda é controversa; que são muito pouco conhecidas as afinidades entre as espécies do gênero; que a espécie arábica é autógama, com 44 cromossomos somáticos enquanto as outras espécies são alógamas e com 22; os cromossomos são ainda pouco conhecidos morfologicamente e as dificuldades de cruzamento entre C. arabica com as espécies diplóides deve ser consequência do número diferente de cromossomos. Sobre a genética desta planta, há cerca de 40 mutantes descritos e Coffea arabica tem sido estudada sob este aspecto intensivamente; a variabilidade genética da espécie é menor nos países da América do que é esperada na região de origem; a variabilidade ambiente parece ser grande.

2.1.1. Morfologia

Em 1943, o Instituto Agrônomo tomou conhecimento da existência de um café muito exuberante e produtivo no município de Mundo Novo, hoje Urupês, região Araraquarense do Estado de São Paulo. Depois de uma série de pesquisas sobre a origem deste café, vários técnicos desta Instituição chegaram à conclusão, através de todo um levantamento de procedências destas plantas associado a uma análise genética com alelos conhecidos, que seriam plantas híbridas entre o tipo 'Sumatra', que pertence à var. arabica (= Coffea arabica L. var. typica L.) e o café 'bourbon' (Coffea arabica L. var. bourbon (B. Rodr.) Choussy).

O café 'Mundo Novo' é uma população heterogênea. São plan-

tas variáveis no porte, tipo de ramificação, forma das folhas adultas e principalmente em produtividade. Algumas plantas assemelham-se à variedade bourbon e outras à arabica (CARVALHO et al., 1952).

São apresentados alguns dados morfológicos extraídos de KRUG, et al. (1939), das duas variedades:

1) C. arabica L. var. arabica L.

Arbusto de 2-3 m de altura de forma mais ou menos cilíndrica: ramos laterais primários levemente pendentes; ramos secundários e terciários abundantes. Folhas novas bronzeadas, quando adultas, verde-escuras, elípticas, levemente coriáceas, com lâmina e margem pouco ondulada, domácias de tamanho médio, pouco salientes na superfície superior, com orifício médio de forma irregular na face superior, quase sempre desprovido de pêlos. Estípulas acuminadas, sendo a ponta comprimento variável. Flores de corola branca, em glomérulos, que são envolvidas por calículos, 2 a 19 em cada axila, ovais, bi ou, às vezes, trilocular; cálice rudimentar denticulado. Frutos curto-penduculados, oval-elípticos, vermelhos, lisos, brilhantes, mesocarpo endocarpo constituído por fibras, apresentando um comprimento médio de 13,97 cm. Sementes plano-convexas, de coloração esverdeada, cobertas por uma fina película "prateada".

2) C. arabica L. var. bourbon (B. Rodr.) Choussy

Arbusto de 2-3 m de altura de forma mais ou menos cilíndrica, ramos laterais primários menos pendentes que na var. arabica; ramos laterais secundários e terciários abundantes, formando, principalmente na base da planta, muitas "palmetas". Folhas novas verde-claras e quando maduras verde-escuras; elípticas, levemente coriáceas, com lâmina e margem mais onduladas do que na var. arabica; domácias idênticas às dessa variedade, ângulo da base menor que na var. arabica; comprimento do limbo maior do que na var. arabica. Portanto, a forma das folhas é bem diferente nas duas variedades em questão. Estípulas mais curtas do que na var. arabica. Flores e frutos semelhantes; sementes relativamente mais curtas e mais redondas.

As duas variedades diferem pouco e as diferenças estão relacionadas mais com o tipo de ramificação, folha, estípula, fruto e semente.

Algumas características diferenciais (KRUG et al., 1939):

	var. <u>arabica</u>	var. <u>bourbon</u>
Ramos laterais primários	levemente pendentes	menos pendentes
Folhas		
novas	bronzeada	verde-clara
margem	pouco ondulada	mais ondulada
ângulo da base	75°	90°
comprimento	13,5 cm	12,0 cm
comp. do ápice	1,27 cm	1,42 cm
Estípula		
ápice	comp. variável	mais curto
Sementes		
comprimento	0,87 cm	0,81 cm
largura	0,65 cm	0,61 cm

2.1.2. Citologia

Como C. arabica é a única espécie de importância econômica no Brasil, aqui foi melhor estudada. Serão citados alguns destes trabalhos, os mais relacionados com a pesquisa de aneuplóides.

Os primeiros trabalhos sobre citologia de Coffea realizados no Instituto Agrônomo datam de 1934 e 1936 (KRUG, 1936) e relatam o número de cromossomos de variedades do Arábica e de algumas espécies. Essas contagens confirmam o número básico 11, determinado por Homeyer. Nas espécies o número somático encontrado é 22, para a espécie C. arabica é 44, com exceção da var. bullata Cramer que inclui plantas com 66 e 88 cromossomos. KRUG (1938), confirma 44 cromossomos para C. arabica e descreve os caracteres morfológicos e a meiose da var. bullata. São encontradas plantas com 66 e 88 cromossomos em progênies de indivíduos tetraplóides normais. Krug faz duas hipóteses para tal ocorrência: que essas plantas podem originar-se pela associação de dois gametas não reduzidos, ou pela duplicação somática de cromossomos. O autor opina pela segunda hipótese ser a mais freqüente. Nas plantas octoplóides parece haver instabilidade somática com reversão ao número tetraplóide (KRUG, 1937). Esse mesmo autor (1938) constata alguns casos de varia-

ção somática em C. arabica, variações essas gênicas e cromossômicas.

A variedade monosperma, planta que produz poucos frutos, e que são constituídos por uma só semente, é também, até certo ponto, uma forma de instabilidade cromossômica. Nesta planta MENDES e BACCHI (1940) constataram apenas 22 cromossomos, em vez de 44, quando examinaram botões em meiose. Isso esclareceu de modo definitivo a razão pela qual a planta apresentava frutos com uma só semente e porque esses eram tão raros. A meiose muito irregular propiciava formação de muito poucos gametas normais. Plantas com tal constituição cromossômica aparecem vez por outra entre plantas normais. É provável que se originem de desenvolvimento partenogenético da oosfera.

No trabalho citado anteriormente sobre a var. monosperma, os autores referem-se ao pareamento de alguns cromossomos, achando que deve haver certa homologia entre alguns cromossomos. Aham os dados insuficientes para elucidar a origem por auto ou aloploidia. O mesmo resultado quanto à homologia foi encontrado por KRUG e MENDES (1940), quando estudaram a microsporogênese de um híbrido triploide ($2n = 33$) entre C. arabica e C. canephora, constatando formação ocasional de trivalentes, em prófases, e metáfases. Parece ocorrer no entanto autosi-napsis entre alguns dos cromossomos do Arábica, espécie que poderia ser encarada como auto-tetraploide pelo autor.

De acordo com MENDES (1941) o óvulo de café é constituído por tênue nucelo, tendo à sua volta um integumento. O nucelo rapidamente desaparece durante o desenvolvimento do saco embrionário. Com o desenvolvimento do embrião há uma compressão das células internas do integumento; as externas multiplicam-se ativamente e vão dar origem ao perisperma. O zigoto, próximo à micrópila permanece em repouso enquanto o núcleo do endosperma primário se divide. O desenvolvimento do endosperma origina uma regressão do perisperma. Na semente madura o perisperma desaparece quase completamente, permanecendo como a película prateada, que envolve o endosperma. O pergaminho da semente corresponde ao endocarpo do fruto. Casos anormais de fertilização ocorrem (MENDES, 1946), como partenogênese, dando origem a indivíduos com 22 cromossomos, e gametas não reduzidos ou duplicados, originando indivíduos com 66 ou 88 cromossomos. Quando não há fertilização, o óvulo não se desenvolve. O outro óvulo do ovário desenvolve-se sozinho, dando a

configuração arredondada do fruto chamado "moca" (MENDES, 1940). Às vezes, forma-se mais de um óvulo por lóculo do ovário. Se os dois são fertilizados, vai ocorrer o fenômeno da falsa poliembrionia, onde duas sementes são formadas. Quando se formam sacos embrionários duplos aparecerão casos de poliembrionia verdadeira, isto é, uma semente com dois embriões. Por vezes, sementes sem embriões são formadas.

A microsporogênese em C. arabica foi estudada em algumas variedades. Nas vars. semperflorens K.M.C. e caturrea K.M.C., MENDES (1950) constatou poucas irregularidades na distribuição dos cromossomos. A grande maioria dos gametas continha 22 cromossomos. O mesmo resultado foi observado na var. rugosa K.M.C, por MEDINA (1950). Resultados um pouco diferentes foram observados no cultivar Mundo Novo (MENDES et al., 1954), que apresentou irregularidades na distribuição anafásica dos cromossomos. Os autores concluíram que ocorrem irregularidades meióticas que não são encontradas com frequência em C. arabica.

Plantas monossômicas já haviam sido encontradas em café (MENDES, 1954 e 1955). Alguns tipos de plantas angustifolia apresentavam dificuldade na análise genética; não segregavam nas proporções esperadas. A análise citológica evidenciou 43 cromossomos. Dois fenótipos diferentes foram distinguidos na progênie de plantas homozigotas do 'bourbon' que apresentaram 43 cromossomos: mucronata e angustefolia. O autor é de opinião que cromossomos diferentes foram perdidos nos dois casos. Cruzamentos de plantas monossômicas angustifolia com normais mostraram que pólen n-1 não é funcional.

2.2. Aneuploidia

Os primeiros trabalhos sobre este assunto em vegetais referem-se a Datura stramonium (BLAKESLEE, 1922, BLAKESLEE et al., 1924). Outros trabalhos se seguiram a estes em outras plantas como milho, (1929), tomate (1932), Antirrhinum majus (1934), Nicotiana (1939). Desde aí, o interesse sobre aneuplóides tem aumentado e se estendido a outras culturas, como espinafre, centeio, cevada, sorgo, arroz, trigo, beterraba, juta, alfafa, batata e nas espécies Arabidopsis thaliana, Clarkia unguiculata, Lotus pedunculatus (HERMSEN, 1970).

Esse mesmo autor descreve a aplicação de trissômicos nas pes

quisas genéticas e de melhoramento, dando vários exemplos dessa aplicação na localização de genes dominantes e recessivos. CARLSON (1971) demonstra que é possível mapear locos genéticos definidos pela dosagem de seus efeitos. Examinando os níveis de quinze enzimas em linhagens isogênicas de trissômicos de Datura, encontrou que genes influenciando os níveis de nove enzimas poderiam estar localizadas em cada um dos diferentes cromossomos ou até mesmo em um braço do mesmo. BURNHAM (1962), entre numerosas aplicações cita o emprego de monossômicos na resolução de problemas filogenéticos, especialmente a origem de Nicotiana tabacum, um alopoliplóide. Nesta planta havia indícios de que sua constituição cromossômica devia conter genomas das espécies N. sylvestris e N. tomentosum. Por meio de cruzamentos entre monossômicos de N. tabacum com dissômicos de N. sylvestris e N. tomentosum, pode ser confirmada a sua origem:

Trissômicos de N. sylvestris constituem um ótimo material para estudos citogenéticos, porque as plantas exibem caracteres morfológicos que permitem uma precisa distinção entre os 12 cromossomos adicionais (GOODSPEED e AVERY, 1939). Os autores observaram que em linhagens puras de N. sylvestris há grande uniformidade de características em oposição ao observado em N. tabacum, extremamente polimórfica. Contudo, plantas com características diferentes puderam ser produzidas em N. sylvestris, principalmente aquelas com cromossomos adicionais. Obtiveram trissômicos primários, secundários e terciários além de tipos de fragmento. Apareceram também, entre outros, tetrassômicos e duplo-trissômicos. Todos esses tipos foram obtidos de vários modos, principalmente por radiação, de plantas homozigotas para um gene assináptico recessivo ou de cruzamentos de indivíduos triplóides com diplóides.

Em dez trissômicos primários observaram que cada um diferia entre si e dos diplóides normais em muitos caracteres; em diferentes ploidias de 24, 25 e 26 cromossomos, foram observados fragmentos em adição a esses cromossomos; a transmissão dos trissômicos primários era alta e ocorria através do pólen e do óvulo; a inviabilidade do pólen era maior nos trissômicos do que nos dissômicos e naqueles ainda era variável para cada cromossomo adicionado.

Em algodão foi encontrado um quádruplo-monossômico (KAMMACHER et al., 1957). Apresentou-se de forma aberrante, mas vigorosa; produ-

ziu flores, mas frutos não foram obtidos.

Monossômicos em algodão são normalmente viáveis e gametas n-1 são transmitidos em maior frequência pelo óvulo (ENDRIZZI, 1963). Em seis monossômicos primários, o autor encontrou diferenças morfológicas distintas entre eles e deles com plantas dissômicas. O monossômico terciário, isto é, envolvendo translocações, mostrou em metáfase I pareamento de 24 bivalentes e uma cadeia de três cromossomos e não 25 bivalentes mais um univalente como nos monossômicos primários.

Em cevada, Hordeum vulgare L., um caso de trissômico primário foi estudado por DAS e BHOWMIK (1971). A planta foi encontrada em progênie distante de uma população irradiada. O autor acredita na sua origem espontânea pela ausência de anormalidades ou esterilidade na linhagem progenitora. Esta planta apresentou pareamento ora de $6_{II} + 1_{III}$ ou de $7_{II} + 1_{I}$. Pela análise do cariótipo o autor concluiu que o trissômico o fosse para o cromossomo 4. Esta planta apresenta diferenças quando comparada ao trissômico do mesmo cromossomo de H. spontaneum.

LEVAN (1942), estudando o efeito da variação cromossômica em beterraba, pôde reunir os trissômicos em poucos grupos morfológicos e concluiu que a cada grupo possivelmente cromossomos adicionais diferentes estariam envolvidos. Verificou também que o aumento do número de cromossomos implicava em aumento do tamanho da célula. O mesmo foi observado para o necléolo.

Aneuplóides de tomate têm sido intensamente estudados. LESLEY (1932) observou que as características em tetrassômicos são mais accentuadas do que as correspondentes em trissômicos, para os mesmos cromossomos, e que em trissômicos primários o grau do caráter pode não ser mais afetado pelo cromossomo extra contendo um mutante genético conhecido do que por um cromossomo extra não contendo esse mutante. Mais tarde, RICK e BARTON (1959) obtiveram de triplóides, doze trissômicos do cultivar San Marzano, dos quais onze foram reconhecidos citologicamente serem trissômicos primários. Comparações revelaram, também, pequena ou nenhuma relação entre os fenótipos dos trissômicos com ou sem aqueles genes de efeito maior localizados nos respectivos cromossomos extras. Com pólen irradiado foram conseguidos monossômicos em tomate, um primário e dezoito terciários (KHUSH et al., 1966). Como o tomate

é diplóide, a condição de monossômico primário pode ser tolerada só pelo cromossomo 11 e talvez pelo 12. As plantas monossômicas foram fracas e sua morfologia drasticamente modificada. A monossomia não foi transmitida à grande progênie testada. Alguns tipos de trissômicos compensados são relatados por esses autores (1967 a) e definidos como a perda de um cromossomo normal, que é compensada pela presença de dois braços de associações translocadas. Estes trissômicos são muito úteis para localizar genes em cromossomos específicos. Trissômicos terciários podem ser usados para determinar o lugar no braço de genes marcadores e a posição dos centrômeros (KHUSH et al., 1967 b).

2.2.1. Interdependência cromossômica: balanço genético

Dois trabalhos seviram de base nas considerações que serão feitas a seguir. Em 1969, GUNNAR ISING publicou um trabalho sobre o gênero Cyrtanthus onde analisa aneuploidia e o balanço cromossômico interno. O outro, sobre o gênero Hyacinthus, é de DARLINGTON e MATHER e publicado em 1944, onde faz considerações também no balanço e interação cromossômica neste gênero.

Darlington observou que em Hyacinthus existem plantas entre $2x$ e $4x$ e os cromossomos do triplóide 'Electra', na qual fez seu estudo, apresenta três tipos de cromossomos no conjunto haplóide: 4 longos (L), 2 médios (M) e 2 curtos (S). Os cromossomos desta planta, de acordo com o autor, mostram menor diferenciação fisiológica do que a de qualquer planta. Diz ele: "They seem to behave as though each chromosome was itself balanced, i. e. adapted to self-sufficiency under natural selection".

Como na progênie de triplóides é esperado um número de cromossomos muito variável e que na mitose de grão de pólen em Hyacinthus deverá ocorrer uma seleção, Darlington diz: "The requirements of balance probably limit the surviving classes of recombination to this slight extent, and we may hope that the physiological, as well as the mechanical, individuality of the chromosomes will express itself under the delicate test of pollen mitosis".

As principais conclusões a que chega da análise desses grãos de pólen é que a chance de perda dos cromossomos L, M ou S é inversamente proporcional ao seu tamanho e que esse pólen com números diferentes de cromossomos não mostram diferenças distinguíveis na mitose e

por isso não mostram nenhuma diferenciação fisiológica. A distribuição dos cromossomos I é ao acaso e nos M e S existe uma certa correlação interna.

As conclusões se basearam na freqüente ocorrência de variedades de aneuplóides entre os Hyacinthus cultivados. Um baixo grau de interdependência foi revelado para alguns tipos de cromossomos, quando a freqüência de diferentes cromossomos nos grãos de pólen de indivíduos triplóides foi estudada. Uma interdependência mais pronunciada foi encontrada quando os cromossomos das variedades aneuplóides cultivadas foram estudadas. Parece haver uma forte concentração de seleção sobre certos tipos não balanceados (ISING, 1969).

Ising acha que tal grau de balanço cromossômico, como Hyacinthus, é raro. Há uma boa vitalidade dos aneuplóides também em Cyrtanthus, como em Hyacinthus, mas alguma interdependência deve existir não só em Cyrtanthus como em Hyacinthus. Caracteres quantitativos são comumente controlados por genes aditivos trabalhando mais ou menos na mesma direção. Estes genes estão distribuídos entre os diferentes cromossomos do genoma. Ele conclui que é possível, como no caso de Cyrtanthus, que genes afetando o mesmo processo fisiológico estejam concentrados num mesmo cromossomo ou em parte dele e, provavelmente, que isso resulte em alto grau de eficiência gênica.

Em geral, espécies tendo um balanço cromossômico interno devem apresentar muito poucas alterações da estrutura cromossômica, pelo menos por um longo período durante seu último estágio evolucionário. Isto é confirmado em Cyrtanthus. Grupos de espécies bem diferenciadas morfológicamente têm apresentado idêntica morfologia cromossômica, alguns com apenas ploidias diferentes.

Essa tendência de distribuição não casual de genes afetando o mesmo caráter é relatada em algumas poucas plantas, como a citação de Emerson, Beadle e Frazer em ISING (1969) que localizaram 22 dos 54 locos para clorofila em dois pequenos cromossomos, 9 e 10, de milho. Em cevada, o cromossomo 5 contém 11 dos 17 conhecidos para resistência e ferrugem. Rick demonstrou a distribuição não ao acaso de locos para 18 caracteres de "seedlings" em cromossomos de tomate (ISING, 1969).

Rick e Notani indicaram a possibilidade de maior tolerância de aneuploidia em organismos primitivos do que nos altamente seleciona

dos. Há em triplóides de tomate primitivo freqüência mais alta de aneuplóides do que em triplóides do 'San Marzano'. Nos primeiros, o cromossomo extra causa menos modificações anatômicas do que no último. Ising acha que o delicado balanço gênico é um resultante de seleção natural e ajustamento entre os poligenes.

3. MATERIAL

As plantas estudadas morfológica e citologicamente, fazem parte da coleção mantida pela Seção de Genética, Instituto Agrônomo, no Centro Experimental de Campinas.

Em 1963, em progênie de duas linhagens selecionadas do cultivar Mundo Novo, foram observadas pelos técnicos da Seção de Genética, plantinhas com aspectos diferentes do tipo considerado normal, isto é, com crescimento retardado, folhas menores, mais estreitas, ou ainda outras formas discrepantes. Essas plantas foram consideradas possíveis aneuplóides. Na época propícia, foram transplantadas para um lote no campo e seu plantio foi feito pela ordem numérica, sem a preocupação de reunir aquelas de fenótipos semelhantes. Desenvolveram-se nas condições normais de cultura.

Provenientes das linhagens CP 379 - 19 e MP 376 - 4, as plantas, atualmente adultas, foram conservadas para o presente estudo com a mesma numeração dada pela Seção de Genética. Assim, pois, as plantas da linhagem CP 379 - 19 foram numeradas de 1369 a 1403, e as da linhagem MP 376 - 4, de 1404 a 1465. Algumas falhas diminuem o número de plantas. Em resumo, a situação atual é a seguinte:

<u>LINHAGEM</u>	<u>NUMERAÇÃO</u>	<u>FALHAS</u>	<u>Nº DE PLANTAS EXISTENTES</u>
CP 379 - 19	1369 - 1403	8	27
MP 376 - 4	1404 - 1465	14	48

Cinco plantas normais de cada uma das mesmas linhagens citadas e da mesma idade foram utilizadas como controle. Aham-se também vegetando em condições semelhantes de clima e solo.

<u>LINHAGEM</u>	<u>Nº DAS PLANTAS</u>
	424
	425
CP 379 - 19	614
	728
	729

	78
	79
NP 376 - 4	660
	661
	891
	1118

As duas linhagens, P 379 e P 376, são resultantes de dezoito seleções de café 'Mundo Novo' realizadas na Fazenda Aparecida, município de Mundo Novo, hoje Urupês, em cafezal de 12 anos, com 14.000 plantas. A procedência desse café, segundo informações do proprietário da fazenda, foi de sementes que teriam ido de Jaú para Urupês. A origem do café 'Mundo Novo' teria sido Mineiros de Tietê, Estado de São Paulo, local onde provavelmente se deu a hibridação entre o 'Sumatra', var. arabica e o 'burbon', var. bourbon (CARVALHO et al. 1952).

As plantas utilizadas neste trabalho derivam de progênies destas linhagens plantadas em Campinas (C) e Mococa (M).

4. MÉTODOS

4.1. Agrupamento das plantas segundo sua morfologia

Inicialmente, as plantas foram reunidas em grupos morfológicos, não apenas para evitar um número impraticável de contagens de cromossomas (75 plantas), como também para propiciar o planejamento mais racional do trabalho e mostrar quantos fenótipos diferentes poderiam ser encontrados.

Uma primeira tentativa foi feita levando em consideração somente seu aspecto geral. Desse modo, foram observados apenas cinco grupos. Posteriormente, à medida que as plantas se tornavam mais bem conhecidas, através da constante observação, diferenças mais sutis foram sendo notadas e, conseqüentemente, o número de grupos morfológicos aumentou. Para a caracterização de tais grupos, foram então considerados: hábito da planta, folhas, flor, produção de frutos, fruto e semente. No hábito, levaram-se em consideração: porte, haste central; comprimento e disposição dos ramos laterais; ramificação secundária; comprimento dos internódios; espessura dos ramos laterais; disposição das folhas no ramo e no espaço. Nas folhas, analisaram-se: cor, espessura; tamanho; forma; rugosidade; existência ou não de heterofilia; ângulo da base; margem; ápice e comportamento das folhas novas. Nas flores, como as alterações sofridas eram menos evidentes, foram tomadas medidas do diâmetro da corola, do comprimento do tubo, do comprimento e largura das pétalas, anotando-se o número de pétalas e de estames. Na frutificação, foi apenas enfatizada a produção. No fruto, o interesse concentrou-se apenas em tamanho e desenvolvimento do disco. A semente foi estudada quanto ao tamanho, forma e cor do endosperma.

As características estudadas foram baseadas na chave dicotômica para as variedades e formas da espécie Coffea arabica L. (KRUG, MENDES e CARVALHO, 1939) e nas observações de campo.

As observações nas plantas foram feitas sempre concomitantemente, para evitar possíveis influências do clima.

Os mesmos caracteres morfológicos foram analisados em exemplares normais das duas linhagens originais do cultivar Mundo Novo, com a mesma idade, e que constituiu o grupo testemunha.

Com a observação das mesmas características em cada planta,

foi composto o quadro 1 (Apêndice).

4.2. Determinação do número de cromossomos em mitose

Foi tentada a determinação dos números de cromossomos na mitose, seguindo os métodos abaixo explanados, porém não conseguiu-se células em divisão, com a clareza e número suficientes.

Meristema de raiz - Para o estudo citológico em pontas de raízes são necessárias raízes em fase de intenso desenvolvimento. Normalmente, em café, conseguem-se boas lâminas de raízes secundárias de "seedlings"; as primárias apresentam região meristemática pouco ativa. Outra possibilidade de obtenção de raízes para estudos citológicos é o tratamento de estacas com hormônios de crescimento.

Como as plantas em estudo se apresentam adultas e no campo, foram feitas tentativas para enraizamento de estacas.

O enraizamento em café não é fácil. Foi feita uma tentativa utilizando o ácido indol-butírico, que é, entre os hormônios vegetais, o mais comumente usado e que oferece mais oportunidade de êxito, conforme AUDUS (1959).

Estacas de aproximadamente 20 cm., com folhas reduzidas a 1/3 de sua superfície (para evitar perda de água por transpiração) foram colocadas em solução aquosa de ácido indol-butírico por 24 horas, à temperatura ambiente (20-22°C).

As concentrações de hormônio utilizadas foram:

1ª série de tratamentos: 300, 200, 150 e 100 p.p.m.

2ª série de tratamentos: 150, 100, 50, 20 e 10 p.p.m.

Para cada solução, dois tipos de estacas foram experimentados mais e menos lenhosas, dez estacas de cada tipo.

Após o tratamento as estacas foram lavadas e em seguida plantadas em vasos individuais ou canteiros em estufim onde, de baixo para cima, havia camadas de: a) terra e esterco; b) terra e areia grossa; c) areia grossa. Quando plantadas em vasos individuais, estes foram conservados em câmaras úmidas, com temperatura controlada até o enraizamento. As temperaturas das câmaras foram de 17, 25 e 30° C.

Meristema de gema foliar - Outra alternativa para contagem de cromossomos somáticos de plantas perenes, de crescimento lento e adultas, é o tecido meristemático apical ou as gemas foliares.

No cafeeiro, logo após a colheita dos frutos e com o começo

da estação chuvosa, os ramos laterais e os ortotrópicos começam a se desenvolver; portanto, no ápice desses ramos existe uma região de crescimento onde as células estão se dividindo intensamente.

Técnica empregada para o preparo de lâminas - Gemas foliares, e folhas novas de 0,5 cm de comprimento foram coletadas em solução aquosa de paradiclorobenzeno. Os vidros de coleta, as pinças e esmalpelas eram rigorosamente isentos de drogas, para evitar qualquer contaminação do paradiclorobenzeno e a conseqüente perturbação da mitose. As gemas, após ficarem na solução durante 5 a 6 horas, a 16-18°C, foram fixadas em álcool-ácido acético na proporção de 1:1, durante aproximadamente 24 horas.

No momento do preparo das lâminas, o material foi levemente enxugado em papel de filtro e colocado em uma mistura de 9 partes de orceína acética (a 2% em ácido acético a 70%) e uma parte de HCl N; tal mistura foi aquecida à chama por alguns segundos e mantida em banho-maria à temperatura de 40°C por uma hora. Depois de divididas em porções menores, as gemas foram transferidas para uma solução de orceína acética a 1% em ácido acético a 45%, aí permanecendo por três horas. Dessa solução, foram levadas para a lâmina e pressionadas com a lamínula; para o espalhamento das células e cromossomos.

4.3. Determinação do número de cromossomos em meiose

Esse método foi amplamente utilizado no trabalho e aplicado a todas as plantas onde se fez necessária a determinação do número de cromossomos. Anteras de botões florais em desenvolvimento foram utilizados no preparo das lâminas.

Muitas coletas foram necessárias para se contar com material de recente fixação, pois a determinação do número de cromossomos, correta e sem dúvidas, exigia lâminas muito boas. O material foi coletado nas diversas épocas do florescimento de café e durante três anos. Só foram analisadas células onde o espalhamento dos cromossomos e a sua coloração permitiam uma interpretação precisa; cromossomos foram contados em cerca de trinta células, em média, para cada planta, dependendo da dificuldade de interpretação; às vezes, por exemplo, era difícil distinguir um trivalente de um bivalente mais um monovalente, quando estes últimos estavam justapostos.

Durante o exame das lâminas foram realizadas observações so-

bre cromossomos ligados ao nucléolo, formação de mono-, tri- e tetra-valentes, formação de "laggards", fragmentação de cromossomos etc., apesar de o objetivo principal ser a determinação do número de cromossomos.

4.3.1. Preparo das lâminas

Ramos das plantas a serem estudadas foram coletados em sacos plásticos e levados para o laboratório, aproximadamente dois dias antes da divisão meiótica. Colocados em vasos contendo água, com as folhas reduzidas no tamanho para evitar excesso de transpiração, os ramos foram levados para uma câmara úmida com temperatura variável entre 20 e 25° C. Quando os botões atingiam o tamanho ideal para meiose (que coincide com o aparecimento de uma cor branco-esverdeada característica), amostras periódicas eram examinadas com carmin acético. Como em Coffea arabica há um razoável sincronismo no desenvolvimento dos botões, quando a amostra atingia o estado desejado - no caso, diacinese, metáfase I e anáfase I - os botões em tamanho e cor semelhantes aos testados eram colhidos e fixados.

Fixação - O fixador utilizado foi sempre Carnoy 3:1 (álcool absoluto: ácido acético); a fixação se fez em 24 horas, à temperatura ambiente. No dia seguinte ao da fixação, o fixador era renovado e o material guardado em congelador.

Coloração - O método de coloração utilizado foi o do esmagamento com carmin acético; as anteras foram colocadas sobre uma lâmina e dilaceradas em presença de carmin acético para a libertação das células-mãe. Para melhor achatamento do tecido esporígeno, todo o tecido restante da antera foi retirado. Os passos seguintes consistiram em colocar a lamínula sobre a lâmina, aquecer à chama e, enquanto quentes, pressioná-las fortemente uma contra a outra. Assim preparadas e seladas, permitiram boas imagens ao microscópio, por 15 dias aproximadamente.

Lâminas permanentes - Foi necessário prolongar a duração das lâminas, tornando-as permanentes, porque os botões, depois de fixados, mesmo quando conservados a 0° C alteram-se após algum tempo. As lâminas preparadas do material assim conservado mostravam as células com citoplasma denso, fortemente colorido pelo carmin; os cromossomos ti-

nham pouco contraste e mau espalhamento.

O método empregado para o preparo de lâminas permanentes foi o do gelo seco, já experimentado em células animais com ótimos resultados segundo CONGER e FAIRCHILD (1953).

A técnica consiste no seguinte: colocam-se lâminas de esmagamento, seladas, sobre uma barra de gelo seco (CO_2 no estado sólido) por alguns minutos; há um processo de congelamento rápido de todo o material e, conseqüentemente, o material selante se quebra e é facilmente retirado para, em seguida, com o auxílio de uma gilete, despregar-se a lamínula. Lâmina e lamínula são então colocadas em uma solução de álcool absoluto e ácido acético glacial na proporção de 1:1, passadas para o álcool etílico-álcool butílico normal 1:1, álcool butílico normal, e montadas em bálsamo, permanecendo em cada estágio apenas alguns minutos.

4.4. Agrupamento das plantas segundo a citologia

Completadas as determinações das 75 plantas, foi possível grupá-las quanto ao número de cromossomos. Dentro de cada agrupamento cromossômico foram reunidas plantas com a mesma morfologia, formando então alguns subgrupos, e observadas as disparidades morfológicas entre elas e delas com as plantas normais. Foi possível, com esse arranjo, verificar a morfologia peculiar causada pela ausência ou pela presença em triplicata de determinado cromossomo, e, ainda, sugerir, como no caso das muitas monossômicas encontradas, se o cromossomo implicado era ou não o mesmo. A análise morfológica foi a mesma anteriormente descrita.

Com os dados citológicos e de acordo com as características morfológicas as plantas foram agrupadas no quadro 2 (Apêndice).

4.4.1. Gráficos poligonais (Polígono de Hutchinson)

Para visualizar a comparação dos caracteres morfológicos analisados no material de estudo em relação às plantas normais, foram construídos gráficos poligonais de Hutchinson - LOVE e NADEAU (1961), MAJUNDAR e MUKHERJEE (1971).

O gráfico poligonal nada mais é que um círculo, onde cada raio representa uma característica e, sobre esses raios, pontos que re

presentam as variações de tal característica. O número de raios corresponde ao número de características analisadas, e cada raio está dividido de acordo com a escala de valores correspondente a cada característica. Para o caso particular de uma planta, uma espécie, um aneuplóide ou uma população, enfim, somente um ponto é feito sobre um raio. Juntando, através de retas, os pontos dos diferentes raios que representam a unidade adotada, temos o polígono, cuja forma varia e corresponde, quando todos os polígonos forem comparados, às variações das características do que foi analisado.

Para cada fenótipo encontrado foram construídos polígonos e agrupados segundo a determinação cromossômica (figuras 1 a 5).

4.5. Análise de pólen, fruto e semente

Fez-se a análise de pólen, fruto e semente, para verificar se a falta ou o excesso de cromossomos produziriam alguma alteração na porcentagem de pólen abortado e na formação da semente em decorrência da ação gênica direta desse cromossomo ou da interação de genes agora alterada. Viabilidade de pólen diferente foi encontrada por BLAKESLEE e CARTLEDGE (1926) e por BUCHHOLZ e BLAKESLEE (1932) em trissômicos de Datura. Um outro objetivo foi a possibilidade de visualizar, através do pólen e do fruto, se diferentes fenótipos eram resultantes de diferentes cromossomos envolvidos; pela comparação dos dados obtidos, hipóteses mais prováveis poderiam ser construídas.

Análise do pólen - Botões florais prestes a se abrir foram colhidos diretamente da planta em placas de Petri contendo, no fundo, papel de filtro umedecido. A cada lâmina corresponderam as cinco anteras de um botão. De cada planta foram analisadas cinco lâminas, cerca de cem grãos em cada uma (aproximadamente 500 grãos por planta). As contagens dos grãos cheios e vazios foram efetuadas em campos tomados ao acaso, nas lâminas. O pólen foi colorido pelo carmim acético. Nos fenótipos que abrangeram mais de uma planta, o pólen de cinco delas foi analisado (quadro 3).

Análise dos frutos - Foi feita em cem frutos para cada planta. Também aqui foram examinados apenas cinco a sete exemplares dos grupos morfológicos que continham várias plantas iguais.

Frutos ainda verdes, porém já completamente desenvolvidos, foram cortados no sentido transversal ou, quando necessário, dissecados.

Uma primeira análise foi feita para conhecer como eram constituídos os frutos dessas plantas e se havia, na sua formação, variação que pudessem ser atribuída à sua constituição cromossômica. Observou-se, então, a frequência de frutos provenientes de ovários biloculares, que é regra em café, e ovários triloculares. Nesses dois tipos mais comumente encontrados, analisaram-se os que eram do tipo "chato" (duas lojas desenvolvidas), "moca" (uma loja desenvolvida) e "cunha" (três lojas desenvolvidas). Em todos eles foi pesquisada a frequência de lojas com endosperma, com perisperma (vazia), e não desenvolvidas (tipo moça). Com os dados dessa análise foi elaborado o quadro 4.

Efetuiu-se a análise das lojas, quanto à presença de endosperma (quadro 5).

A variação de características encontrada nos frutos de café é pequena. Variam no tamanho e na forma e, mesmo assim, de maneira irrelevante. Devido a esse fato, os frutos foram estudados principalmente através do peso.

Foram colhidas amostras de frutos, ao acaso, de cada planta, em número maior do que seria analisado. Em seguida foram imersos em água para que sobrenadassem os chochos. Depois de estes serem retirados, a porção do fundo foi enxugada e dela contados cem frutos ao acaso. Estes cem frutos foram divididos em três classes: a primeira, com os 25 frutos maiores; a segunda, com os 50 frutos de tamanho intermediários; a terceira, com os 25 frutos menores. Essas três classes foram pesadas separadamente, calculando-se a porcentagem relativa de cada uma no peso total da amostra e o peso unitário por fruto.

Da mesma forma que para o pólen, foram estudadas cinco a sete plantas, tomadas ao acaso naqueles grupos com vários representantes. Aqui também, os dados obtidos foram reunidos em um quadro com as plantas agrupadas de acordo com o número de cromossomos (quadro 6).

5. RESULTADOS

5.1. Características morfológicas

As plantas analisadas mostraram alguma diversidade morfológica. Numa mesma linhagem notam-se plantas com porte, ramificação e tipo de folha diferentes e até numa mesma planta são comuns características diferentes, como folhas mais alongadas, mais verdes, menores. Essa variação torna difícil um estudo de morfologia, principalmente quando as diferenças encontradas são pequenas, como nas plantas estudadas. Outro fato observado e que dificultou sobremaneira a pesquisa foi a inconstância de certos caracteres nas diferentes épocas do ano. Efetuaram-se visitas periódicas ao campo para melhor conhecimento dessas variações. Foi também de grande auxílio na escolha dos caracteres, a chave dicotômica e as descrições de variedades da espécie C. arabica L., de KRUG et al. (1939). Todas as plantas foram observadas e analisadas concomitantemente, e as características escolhidas atingiram o número de 22, abrangendo o hábito, as folhas e a frutificação. Nas flores foi iniciado um estudo pormenorizado do tubo da corola, diâmetro da flor, número de pétalas e estames, comprimento e largura dos lobos da corola, o qual não foi continuado porque as diferenças encontradas foram insignificantes.

Para o estudo morfológico das plantas normais e das possíveis aneuplóides, adotou-se um critério, como já foi dito, com base na verificação da variação existente em 22 características morfológicas preestabelecidas. Por exemplo, na observação das folhas das plantas-controle, e das duas progênies, os tipos encontrados puderam ser enquadrados em quatro classes quanto ao tamanho: grandes, médias, pequenas e mínimas. Nas plantas normais, em relação a esses tipos, encontraram-se folhas médias ou, mais raramente, pequenas. Tal sistema foi usado para as 22 características estudadas.

Conforme o critério estabelecido, as plantas-controle, normais, portanto, apresentaram as seguintes características em relação às aneuplóides:

No hábito, verificou-se porte alto (figura 8-C), acima de 2 metros de altura com a haste central variável entre multi- e unicaule; ramos laterais sempre longos, dispostos horizontalmente ou levemente

pendentes na parte basal da planta; ramificação lateral secundária abundante; internódios longos; ramos laterais finos; folhas opostas formando um único plano com o ramo. Folhas verde-escuras; limbo de espessura fina, de tamanho médio, forma alongada, sem rugosidade, ângulo da base reto ou levemente obtuso e ápice sempre bem distinto; folhas sempre da mesma forma e cor em toda a planta; margem ondulada e folhas novas planas (figura 7-A). Frutos de tamanho médio, com o disco não desenvolvido. Todas as plantas com excelente produção (figura 11-A e G).

Nessas plantas, das duas mesmas linhagens que deram origem às aneuplóides, observaram-se pequenas variações em algumas características (figura 2-A, B, C e D).

5.1.1. Caracterização morfológica dos possíveis aneuplóides

As 75 plantas analisadas revelaram, desde o início das observações, uma diversificação em muitos aspectos morfológicos, porém, geralmente, com uma variação pequena de suas características quando analisadas individualmente. Com base na observação de características comuns, procurou-se estabelecer grupos, e em cada um deles tomar uma planta como seu padrão. Alguns grupos se mostraram muito homogêneos e com um número apreciável de plantas; outros incorporaram menor número de plantas, nas quais as características observadas nem sempre se enquadravam perfeitamente nas do grupo; muitas plantas foram mantidas isoladamente por apresentar características incomuns.

Formam-se doze grupos morfológicos, incluindo um maior, de 27 plantas, que em nada diferem das plantas-controle, além de serem altamente produtivas, o que contribuiu para supor serem normais (figura 2-C e D).

Os diferentes grupos estão assim constituídos:

Grupo I - plantas normais				
1374	1409	1418	1439	1457
1377	1411	1421	1443	1463
1392	1412	1430	1445	1465
1396	1414	1432	1447	
1399	1416	1435	1448	
1405	1417	1438	1456	

Essas plantas, apesar de serem bastante uniformes, apresenta

ram também pequena variação porém dentro dos limites observados nas plantas-controle. Restringiram-se mais ao porte e à haste central. O ângulo da base da folha variou em cinco plantas, apresentando-se mais agudo. Outras variações apareceram em plantas da linhagem MP 376 - 4, quanto ao comportamento e disposição dos ramos laterais e ramificação lateral secundária (figura 2-C e D).

Grupo II - tipo "1369"

É um grupo muito homogêneo. As 16 plantas nele compreendidas são muito semelhantes entre si. Apresentam fenótipo próprio, inconfundível com as normais, ao mesmo tempo que pouco diferem delas.

Possuem porte variável entre alto e médio (figura 8-D) e são mais uniformes que as normais quanto à haste central, que comumente se apresenta multidividida. Diferenciam-se das normais pelos internódios mais longos, escassa ramificação lateral secundária, folhas mais alongadas e ângulo da base mais agudo. Mostram menor número de folhas, aspecto esse devido à interação dos fatores: internódios mais longos, escassa ramificação dos ramos laterais e maior queda das folhas (figura 9-A). A produção de frutos é menor.

As plantas incluídas nesse grupo são:

1369	1381	1401	1434
1376	1384	1407	1444
1379	1390	1424	1459
1380	1398	1433	1464

Grupo III - tipo "quase normal"

Quatro plantas apresentam um fenótipo intermediário entre as normais e o tipo "1369":

1383	1397
1389	1400

Diferem das normais pelos internódios mais longos, principalmente na 1383 e 1389 (figura 8-B e 10-B), ramificação secundária menos densa, ângulo da base da folha mais agudo e menor produção de frutos. Diferem do tipo "1369" pela ramificação secundária que, à exceção da 1397, é mais intensa, e pela maior quantidade de folhas.

Grupo IV - tipo "1371"

Apresenta morfologia peculiar e é a única planta encontrada

com esse fenótipo. Tem porte baixo, com caule único; os ramos laterais são curtos, horizontais ou levemente ascendentes e exibem uma ramificação intensa nas pontas, causando enfolhamento denso na planta. Estes ramos são mais grossos que os das normais e as folhas tomam a posição original de opostas cruzadas e não dísticas, como normalmente se apresentam as folhas do arábica. Sua forma é muito estreita, quase linear; conseqüentemente, o ângulo da base é muito agudo e o ápice não é destacado (figura 7-C). Os frutos são pouco maiores, mais alongados que os das plantas normais, e a frutificação é mediana (figura 11-B).

Grupo V - tipo "1375"

Compreende as plantas de números:

1375	1415
1391	1446

É um grupo pequeno e heterogêneo. As plantas diferem entre si mais na folha. No hábito, são muito semelhantes, razão pela qual estão incluídas no mesmo grupo. Caracterizam-se por apresentar porte mais baixo do que as normais (figura 6-C), todas com o caule indiviso. Os ramos laterais são longos, principalmente os mais basais, e descendentes. A ramificação lateral é abundante em todo o ramo. Os internódios são longos como nas normais, ou mais curtos, e a espessura dos ramos secundários é variável. As folhas tomam uma posição dística, como nas plantas normais, e sua cor, em duas delas, é mais escura que a normal; são de espessura mais grossa, principalmente na 1375. Seu tamanho varia muito no grupo, e na planta 1375 o limbo é mais arredondado (figura 10-A e C). Duas plantas apresentam heterofilia. Os frutos variam no tamanho. Nas plantas 1375 e 1415, são de tamanho normal; na 1395 são pequenos, e na 1446, ainda menores (figura 11-F). Em todas, o disco não é desenvolvido. A frutificação das plantas 1375 e 1391 é muito baixa, e nas 1415 e 1446, mediana.

Grupo VI - tipo "1378"

É um grupo menor, de três plantas somente:

1378	1408	1449
------	------	------

Exibem porte alto, de forma mais ou menos cilíndrica, e a haste central é indivisa. Os ramos laterais são mais curtos do que nas normais e se dispõem horizontalmente. A ramificação secundária é

abundante, sendo que na planta 1408 está mais localizada no ápice dos ramos. Os internódios são longos, como nas normais, ou ligeiramente mais curtos. As folhas são de posição dística, mas na 1378 são quase opostas cruzadas, e de cor variável, desde o verde mais escuro ao mais claro; o limbo não é espesso, mas na 1378 é levemente mais grosso e rugoso na face inferior; o tamanho da folha é variável entre mediano e pequeno; existe heterofilia em muito pequeno grau; o ângulo da base fo- ar é reto ou agudo e a margem bem mais ondulada que nas normais. As folhas novas apresentam-se semienroladas no sentido ápice-base, talvez devido à ondulação maior da sua margem (figura 7-B); os frutos são de tamanho médio, com o disco não desenvolvido; a frutificação é média ou baixa.

Neste grupo o florescimento é mais tardio do que nas plantas normais e isso é uma constante para as três plantas.

Grupo VII - tipo "1403"

Cinco plantas compõem esse agrupamento:

1395	1429	1458
1403	1437	

Em todas elas permanece a disposição original das folhas, que é oposta cruzada, comum ao gênero, diferenciando-se nessa característica das normais (figura 6-D); onde, no ramo adulto, devido a um crescimento desigual do mesmo, tomam uma posição dística. Essas características, folhas com margem lisa e disco do fruto desenvolvido, são as mais notáveis no grupo (figura 8-A e 9-C). A heterofilia também é comum. São plantas heterogêneas nos demais caracteres analisados.

Convém ressaltar algumas características individuais: a planta 1403 apresenta porte baixo (figura 6-B), os ramos são semi-ortotrópicos e a haste central é curta e indivisa. As folhas novas são dobradas sobre a nervura principal, acanoadas e assim se mantêm até adultas, porém mais atenuadamente. As folhas são mais coriáceas, mas grossas, levemente rugosas e mais claras. A produção é muito baixa. A planta 1437 tem o disco muito desenvolvido (figura 11-C) e a 1458 tem porte alto, ramificação lateral escassa, nervuras muito evidentes na face ventral da folha e disco desenvolvido, mostrando o cálice da flor semi-desenvolvido no fruto maduro.

Grupo VIII - tipo "1420"

A única planta exibindo esse fenótipo tem porte mediano e haste central múltipla. Caracteriza-se por internódios curtos, folhas pequenas e mais alongadas do que nas normais, com o ângulo da base mais aguda (figura 7-D); a frutificação é mediana, mas na maioria, os frutos são chochos.

Grupo IX - tipo "1422"

Aqui também há uma única planta que se diferencia das normais por seus internódios mais curtos, folhas mais alongadas, heterofilia presente e ângulo da base mais agudo. É semelhante à planta 1420.

Grupo X - tipo "1423"

Características interessantes separam esta planta das normais e das restantes: o porte é mediano e a haste central indivisa. Os ramos laterais são longos, descendentes e a ramificação lateral é feita em todo o ramo. As folhas, apesar de dísticas, mostram uma tendência de se inclinarem para baixo, que lhes é peculiar (figura 10-D). São maiores do que as das plantas normais, e mais alongadas, com o ângulo da base também mais agudo. Apresenta o fenômeno da falsa poliembrião em alta porcentagem de frutos (80%) (figura 11-E).

Grupo XI - tipo "1442"

Constituem este grupo as plantas:

1419 1442 1451

É um grupo pouco homogêneo, cujas características constantes são folhas mais arredondadas, limbo foliar encurvado para baixo e ondulado, de um verde mais escuro e brilhante na face superior que nas normais. As plantas diferem mais no porte. As flores são anormais e produzem poucos frutos, principalmente a 1419 e a 1442. Os frutos são pequenos nas plantas 1419 e 1451.

Grupo XII - tipo "1461"

1370 1410 1428
1382 1413 1436
1393 1426 1461

Estas nove plantas constituem um fenótipo bem diferenciado

das normais e que pouco diferem entre si.

São todas baixas, igualmente multicaules (figura 6-A). Os ramos laterais são curtos e dispostos horizontalmente, emitindo ramificação só na extremidade. Os internódios são muito curtos e os ramos laterais, grossos. As folhas, como no grupo VII, dispõem-se de forma oposta cruzada; normalmente são mais claras, de espessura fina e de tamanho mediano a pequeno; são mais alongadas que as normais, levemente mucronadas e mostram heterofilia pronunciada; o ângulo da base é agudo ou muito agudo. As folhas novas apresentam-se dobradas no sentido da nervura principal (figura 9-D). Os frutos são pequenos, com o disco não desenvolvido e de forma e tamanho variados de acordo com a planta (figura 11-D). A frutificação varia de mediana a baixa.

5.2. Análise citológica

A análise citológica nas duas progênies das linhagens CP 379 - 19 e MP 376 - 4 revelou plantas aneuplóides e não-aneuplóides.

Dessas últimas, uma minoria exhibe discrepâncias morfológicas em relação ao controle e as outras são perfeitamente normais. Em resumo, nas 75 plantas, foi encontrada a seguinte constituição cromossômica:

<u>Ploidia</u>	<u>Nº de plantas</u>
2n	34
2n (deleção)	2
2n - 1 + 1	1
2n + 1	3
2n + 2	4
2n - 1 [~]	30
2n - 1 - 1	<u>1</u>
Total = 75	

Plantas não aneuplóides - As trinta e seis plantas dissômicas podem ser divididas em:

- a) plantas morfológicamente normais e com comportamento meiótico normal;
- b) plantas normais quanto à morfologia, mas com meiose um pouco irregular;
- c) plantas com morfologia discrepante da normal e meiose irregular.

No primeiro grupo, estão incluídas vinte e oito plantas, das quais treze foram estudadas citologicamente. Embora tenha sido pequeno o número de células analisadas, a meiose parece transcorrer normalmente, porque não se observou qualquer irregularidade. O aspecto normal das 28 plantas e as observações citológicas das 13 em particular levam a supor que são todas normais. As plantas incluídas na classe a foram as seguintes:

1374	<u>1412</u>	1438
1377	1414	1439
<u>1389</u>	<u>1416</u>	<u>1443</u>
1392	1417	1445
1396	1418	<u>1447</u>
<u>1397</u>	1421	<u>1448</u>
1399	<u>1430</u>	1456
<u>1405</u>	<u>1432</u>	<u>1457</u>
1409	1435	1463
<u>1411</u>		

Na comparação desse grupo com o grupo I, morfológico, notam-se que duas plantas foram aqui acrescentadas, as de números 1389 e 1397, oriundas do grupo do tipo "quase normal". Uma planta foi excluída, a 1465.

As plantas grifadas foram estudadas citologicamente.

Na segunda classe, uma única planta foi incluída, a 1465, com 44 cromossomos e aparência normal. Em diacinese e metáfase I observam-se com certa frequência monovalentes, pela falta de pareamento de algum homólogo.

No terceiro grupo, reunindo sete plantas, alguns fenótipos puderam ser distinguidos do normal, como segue:

<u>Fenótipos</u>				
A	B	C	D	G
1378	1419	1422	1371	1420
	1442			
	1451			

Em lâminas da planta 1378 notam-se, frequentemente, células com $21_{II} + 2_I$ e até $19_{II} + 6_I$. Em anáfase I é comum a separação $21 -$

23 (figura 12-A, B, C e D).

As plantas do fenótipo B são semelhantes, e mostram também monovalentes, mas muitas células evidenciaram 22_{II} . Na planta 1419 observam-se células com $20_{II} + 1_{III} + 1_I$ e $19_{II} + 1_{III} + 3_I$. Em células-mãe na fase de quatro núcleos, alguns "laggards" foram observados. Na planta 1442, muito irregular, foram vistos em metáfase e anáfase I fragmentos cromossômicos no citoplasma. Na planta 1451 monovalentes são encontrados com frequência.

O fenótipo C, com a planta 1422, evidencia monovalentes também com certa assiduidade. Tanto na divisão reducional como na equacional observam-se cromossomos retardatários, que dificilmente serão incluídos nos gametas.

Nas plantas 1371 e 1420 foram constatadas possíveis deleções cromossômicas, homozigota e heterozigota, respectivamente. Na primeira parece haver falta de um pedaço igual dos dois homólogos e essa diminuição do cromossomo parece acarretar, muitas vezes, falta de pareamento, porque é freqüente o número de células com os homólogos deficientes na forma de univalentes (figura 13-A, B e C). Na segunda, ocorreu a deleção só em um homólogo, e possivelmente grande extensão deste foi perdida porque não se observou pareamento entre o cromossomo inteiro e o fragmento (figura 13-D).

O cromossomo deficiente da 1420 é muito pequeno quando visto em diacinese e metáfase. Nessa planta a falta desse material cromático produziu um fenótipo característico e uma ocorrência alta de frutos chochos.

Plantas aneuplóides - Vários tipos de desvios do padrão numérico do café Arábica foram constatados nas plantas estudadas, alguns com maior frequência e que apresentaram também plantas com morfologia diferente. A diferenciação morfológica foi maior em alguns grupos.

a) Monotrissômica - Na planta 1375 contaram-se 44 cromossomas. A análise citológica evidenciou sempre formação de monovalentes, sugerindo monotrissomia. Há maior frequência de célula com $21_{II} + 2_I$ (figura 13-E), mas esporadicamente aparecem também células com $20_{II} + 4_I$, e um único caso com formação de $1_{III} + 1_I$. É necessário, porém, ressaltar a possibilidade de justaposição de 1_{II} com 1_I , facilmente confundível ao microscópio. Em anáfase encontraram-se células

com separação 21 - 23.

A planta 1375 foi anexada ao grupo morfológico V, onde se encontraram outras três plantas, constituindo um grupo heterogêneo.

Foi a única planta encontrada com tal constituição cromossômica.

b) Trissômicas - Foram encontradas três plantas (1383, 1415 e 1423) com 45 cromossomos. Diferem fenotipicamente, sendo que a planta 1383 é a que mais se assemelha às normais. As outras duas diferenciam-se das normais e entre si, em muitas características. Com base nessa observação e no comportamento diferente no pareamento meiótico dessas plantas, pode-se presumir que cromossomos diferentes lhes tenham sido acrescentados. Foram realmente incluídas em grupos morfológicos distintos: 1383 (grupo III, "quase normal") 1415 (grupo V, tipo "1375"); 1423 (grupo X). As duas primeiras apresentam fenótipos comuns a outras plantas, porém a 1423 é única no aspecto. Na planta 1383, é mais comum observar-se em diacinese e metáfase I, $22_{II} + 1_I$, mais raramente notam-se células com $21_{II} + 3_I$ ou $21_{II} + 1_{III}$. Na planta 1415 (figura 12-E), a formação de trivalente é mais comum, sendo raro observar $22_{II} + 1_I$. Além disso, verificou-se também que muitas células mostraram dois bivalentes unidos. É possível, no entanto, que seja apenas coincidência e que não estejam ligados, mas próximos. Ao que parece do pequeno número de células analisadas, a planta 1423 forma indiferentemente $21_{II} + 1_{III}$ ou $22_{II} + 1_I$ (figura 12-F).

c) Tetrassômicas - Em quatro plantas foram encontradas 46 cromossomos: plantas nº 1408, 1429, 1449 e 1458, embora duas delas (1408 e 1449) ainda com restrições. Florescem mais tardiamente e seu florescimento é mais irregular; além disso, forneceram lâminas de difícil interpretação, com células de citoplasma denso, espalhamento de cromossomos deficiente e esses ainda dilatados, como se o tecido estivesse em degenerescência. Em muitas células contaram-se 23 bivalentes. Nessas duas plantas, dois bivalentes mostraram uma tendência de se agruparem, dando idéia de formação de tetravalentes.

Essas duas plantas são muito semelhantes e pertencem, juntamente com a 1378, ao grupo VI. Uma característica peculiar do grupo e presente nas três plantas é o florescimento tardio. É possível que estas duas plantas tetrassômicas o sejam para o mesmo cromossomo.

Na planta 1429 há mais segurança na afirmação de tetrassômia, porque lâminas melhores foram obtidas.

É comum a formação de 23_{II} , mas formam-se também $21_{II} + 1_{IV}$, $22_{II} + 2_I$, $21_{II} + 1_{III} + 1_I$ e $19_{II} + 5_I + 1_{III}$. Em anáfase contou-se separação 23-23. Observam-se algumas vezes, geralmente em metáfase, fragmentos de cromatina próximos aos bivalentes

A planta 1458 forma, com maior frequência, 23_{II} , mas monovalentes são vistos, às vezes. Fato curioso observado aqui, foi a inconstância do número de cromossomos devido ao fenômeno de citomixia, muito generalizado nessa planta (MENDES e RIJO, 1951). Em todos os botões examinados, muitas células foram vistas com ligações profundas, isto é, citoplasma estreitamente acoplado, ou ligado somente por fios de citoplasma onde se notavam cromossomos passando de uma para outra célula-mãe; às vezes, não só entre duas, mas entre muitas células. O número de cromossomos então é muito variável; em uma célula contaram-se somente 11_{II} e em outra 25_{II} ; células com 19 ou 20_{II} são comuns. As duas últimas plantas estão reunidas no mesmo grupo VII (tipo 1403) consequentemente existem características comuns, mas é um grupo heterogêneo, e diferenças puderam ser notadas no aspecto geral da planta, nas folhas e nos frutos, além do comportamento citológico.

d) Monossômicas - Diversas plantas com diferentes características morfológicas apresentaram 43 cromossomos, o que levou a crer que são diferentes os cromossomos ausentes. Pode-se distinguir oito fenótipos diferentes com essa constituição cromossômica, sendo que em dois deles foram incluídas 15 e 9 plantas, respectivamente. Os outros são representados por uma planta apenas.

Os oito grupos estão assim constituídos, de acordo com as características morfológicas de cada planta:

1º grupo -	<u>1396</u>	<u>1381</u>	<u>1401</u>	<u>1434</u>
	<u>1376</u>	1384	<u>1407</u>	1444
	<u>1379</u>	1390	1424	<u>1459</u>
	<u>1380</u>	1398	<u>1423</u>	
2º grupo -	1370	<u>1410</u>	<u>1428</u>	
	1382	1413	<u>1436</u>	
	1393	<u>1426</u>	<u>1461</u>	
3º grupo -	1395			

4º grupo - 1403

5º grupo - 1446

7º grupo - 1464

8º grupo - 1391

Nos dois primeiros grupos a análise citológica foi feita em uma amostra de plantas. Como todas as plantas examinadas confirmaram o pressuposto (43 cromossomos), a conclusão foi generalizada para todas que apresentaram o mesmo fenótipo. As plantas sublinhadas foram as estudadas citologicamente.

A meiose dessas plantas apresentou-se normal, com exceção da 1403 e da 1437. Formaram-se $21_{II} + 1_I$ na maioria das células, mas foi também freqüente observar maior número de monovalentes. Na planta 1446 foi extremamente constante a formação de $21_{II} + 1_I$. Os monovalentes mostraram freqüentemente divisão equacional em metáfase I.

Não foi possível distinguir o cromossomo faltante; parece, no entanto, faltarem só os cromossomos pequenos, o que representa a maioria em café. Na planta 1464, provavelmente o cromossomo ausente é o homólogo do par relacionado ao nucléolo, porque em maior número das células esse estava na forma de monovalente (figura 13-F).

As plantas 1403 e 1437 apresentaram meiose mais irregular, mostrando casos de formação de trivalente, e muitos "laggards" são vistos nas diferentes fases meióticas.

A maior parte das plantas monossômicas pertence a mesmos grupos morfológicos; os dois primeiros grupos citológicos coincidem integralmente com o agrupamento morfológico com exceção da planta 1464, incluída no grupo morfológico tipo "1369". As monossômicas 1391 e 1446 pertencem ao grupo tipo "1375" junto com uma monotrissômica e uma trissômica. As plantas 1395, 1403 e 1437 reúnem-se em um mesmo grupo com as plantas tetrassômicas.

e) Duplomonossômica - Na planta 1400 foram encontrados apenas 42 cromossomos. Poder-se-ia pensar que a mesma fosse nulissômica, mas a falta de pareamento constante entre dois cromossomos afastou essa idéia. Em todas as células analisadas encontraram-se sempre $20_{II} + 2_I$. Em anáfase I e metáfase II foram anotadas separações $20 - 22$ e $21 - 21$. Apesar da falta de dois cromossomos não homólogos, a meiose

pareceu ser normal. Morfologicamente a planta difere pouco das normais, situando-se entre o grupo das "quase normais".

O método usado, de contagem de cromossomos em células-mãe de pólen, trouxe vantagem no esclarecimento das duas plantas encontradas com 44 (1375) e 42 (1400) cromossomos e que poderiam ser infalivelmente interpretadas, pela contagem em mitose, como normal dissômica, a primeira, e nulissômica, a segunda.

5.3. Gráficos poligonais

Como foi dito anteriormente elaboraram-se com as vinte e duas características morfológicas analisadas, dois quadros, o primeiro com as plantas colocadas segundo o agrupamento morfológico, e o segundo, de acordo com o agrupamento citológico (quadros 1 e 2 - Apêndice). Os gráficos poligonais foram construídos com base nas características que constam desses quadros e somente para os principais fenótipos.

Os gráficos poligonais das duas linhagens CP 379 - 19 e MP 376 - 4 mostram-se extremamente semelhantes nas cinco plantas-controle analisadas de cada uma; a variação existente é pequena. Nas plantas normais das duas progênes, diferenças do mesmo grau foram encontradas. A maior variação registra-se no hábito da sete plantas da LCP 379 - 19; nas vinte plantas da LMP 376 - 4, menores diferenças no hábito foram percebidas. Nas folhas, as duas progênes variaram somente no ângulo da base da folha, entre reto e agudo (figura 2-C, D).

O quadro 7 dá uma idéia da variação de características no hábito, folha e frutificação encontradas nas progênes das linhagens CP 379 - 19 e MP 376 - 4 em relação à plantas normais. As características que estão assinaladas foram registradas somente em plantas cujo fenótipo é diferente do normal. O fato de as plantas 1369 e 1400, no quadro, não apresentarem qualquer sinal, significa que o conjunto de caracteres diferentes apresentados por elas foi também observado esporadicamente em indivíduos normais, conforme é possível verificar na figura 2-A, B, C e D, o que confirma, de certo modo, a pequena dissemelhança existente entre essas plantas e as normais.

Das plantas normais que apresentaram meiose irregular, duas foram selecionadas para a construção do polígono, uma com leve alteração na morfologia e a outra bem distinta, plantas 1465 e 1378, respectivamente (figura 2-E e F); realmente, quando comparados aos polígonos

das plantas normais, o da 1465 não mostrou diferença, ao passo que a da 1378 se apresentou bem diferente, mais diferente mesmo do que alguns aneuplóides. Entretanto, esta planta apresentou 44 cromossomos e meiose um pouco irregular.

Para a análise das plantas monossômicas foi construído um polígono para cada fenótipo diferente observado e nos dois fenótipos que abrangeram várias plantas, todas as variações foram apresentadas no mesmo gráfico (figura 3-A, B, C, D, E e F, e figura 4-A e B). A forma dos polígonos variou muito, não se verificando semelhança entre eles, exceto o polígono da 1391, que é semelhante ao da 1446, e os das plantas 1369 e 1400 (duplomonossômica) (figura 4-D), onde ambas assemelham-se aos das normais.

No fenótipo 1461 observou-se a menor similaridade com as plantas normais. O polígono apresentou-se de diferente forma (figura 3-B).

O número de características diferentes nas monossômicas muito variável, e neste tipo de aneuploidia encontram-se as plantas mais diversificadas, tanto no número de características como na sua amplitude (quadro 5). Constata-se, na planta 1403, que das vinte e duas características analisadas, quinze apresentaram-se modificadas. A planta 1461 apresentou nove desiguais, muitas delas diferentes daquelas encontradas na 1403. Outros fenótipos apresentaram menor variação. No conjunto dessas plantas notou-se relativo equilíbrio entre o número de modificações do hábito e da folha. Nas plantas 1437 e 1446, o número de modificações no hábito foi maior.

A planta 1375, monotrissômica (figura 4-C) apresentou variação em oito características em relação às normais, com polígono distinto tanto das monossômicas como das trissômicas. As características variaram no caule e na folha, em número equivalente (quadro 5).

As duas plantas que apresentaram deleções (figura 4-E e F) mostraram polígonos bem distintos, sendo que a da 1420, com apenas um cromossomo deficiente, mostrou alterações em menor número do que a 1371, com duas deficiências. Esta planta apresentou dez características modificadas, da mesma ordem de grandeza daquelas encontradas nos diversos aneuplóides. Há uma diferença acentuada para o número de modificações no hábito (quadro 4).

Nas plantas trissômicas o número de alterações foi pequeno. A 1383 mostrou-se mais semelhante às normais, das quais se diferenciou apenas em uma característica. A 1415, apesar de apresentar só duas características diferenciais, essas são mais evidentes, o que a torna mais definida (figura 5-A, B, e C). A 1423 diferiu em seis aspectos das normais, aspectos esses, na maioria, foliares.

Nas plantas tetrassômicas as modificações apresentados foram da mesma ordem que a das trissômicas, como a 1458, mostrando-se mais diversificadas do que a 1408 e a 1429, principalmente na folha (figura 5-D, E, e F).

5.4. Relação entre números de cromossomos e análises do pólen, fruto e semente.

Pólen - Os dados obtidos (quadro 3) mostram que realmente a sua fertilidade varia. Essa variação existe nos diferentes aneuplóides e dentro do mesmo tipo de aneuploidia.

As plantas controle e as normais mostraram uma amplitude de variação de 5 a 20% de pólen estéril. Nas dissômicas com meiose irregular a viabilidade também é variável e a esterilidade atingiu 27% na planta 1442.

Nas duas plantas que apresentaram deleção, a planta com a deleção heterozigota mostrou porcentagem bem mais alta de pólen vazio do que as normais, 43%, enquanto que, na 1371, com deleção homozigota, a inviabilidade atingiu 14%, dentro da variação admitida como normal.

Entre as plantas aneuplóides a monotrissômica apresentou pólen estéril numa porcentagem alta, 34%.

As trissômicas variaram nesse aspecto. Concordando com a morfologia, a planta 1383 apresentou 10% de pólen estéril, enquanto as outras duas, 1415 e 1423, a porcentagem foi mais alta, mas dentro dos limites da normalidade, 18 a 20%.

Nas tetrassômicas o pólen foi considerado também normal, por que não ultrapassou de 15% e a variação foi muito pequena. É estranhável esse resultado para a planta 1458, que, pela citomixia constatada deveria ter apresentado número mais alto.

Entre as monossômicas foram encontrados números muito variáveis. Nos fenótipos de várias plantas, também foram notadas varia-

ções, mas de um modo geral o grupo da 1461 apresentou porcentagem mais alta de esterilidade do que o grupo da 1369. Nos outros fenótipos, três mostraram-se normais quanto ao pólen, as plantas 1403, 1446, e 1464, causando estranheza a porcentagem baixa da 1403, em que, pelas irregularidades meióticas apresentadas, era esperada maior esterilidade. A planta 1395 mostrou porcentagem um pouco mais alta do que as normais. A planta 1437, concordando com as irregularidades da meiose, apresentou 81% de esterilidade. A planta 1395 não forneceu pólen para esse estudo, em 1972.

A duplomonossômica, 1400, concordou com o observado na morfologia, pouco diferindo das plantas normais e apresentando somente 25% de inviabilidade.

Contudo, as conclusões não são definitivas; o número de grãos analisados foi pequeno, restringindo-se a uma coleta de uma única florada. Isto pesa ainda mais nas plantas que, sozinhas, representam um tipo de aneuplóide.

Análise das lojas do fruto - O ovário da flor do café é normalmente bilocular, mas às vezes encontram-se alguns frutos provenientes de ovários triloculares, KRUG e MENDES (1935). Cada lóculo contém um único óvulo que, quando fecundado, dá uma única semente dentro da loja. Muitas são as causas que impedem o desenvolvimento normal do embrião e a conseqüente formação do endosperma. Quando o endosperma não se forma ou se forma parcialmente temos as chamadas lojas vazias, nas quais existe apenas o perisperma* ou um endosperma mal formado, MENDES (1941). Quando o óvulo não é fecundado e não se desenvolve, o ovário terá só uma semente desenvolvida, originando um fruto do tipo moca.

Frutos de plantas normais e aneuplóides foram analisadas quanto ao número de lóculos do ovário, número de lojas desenvolvidas, com endosperma ou perisperma, e número de lojas não desenvolvidas. A observação mostrou que, assim como no caso do pólen, houve bastante variação nos frutos (quadros 4 e 5). A condição de aneuplóides parece não ter alterado a frequência de ovários triloculares (quadro 4).

Nas plantas normais foi variável o número de frutos com uma

* Neste trabalho, lojas com perisperma significa lojas onde faltou o desenvolvimento completo do endosperma, permanecendo somente resquícios do integumento do óvulo, igual a perisperma.

ou duas lojas desenvolvidas, como também o número de frutos que apresentaram as duas lojas com endosperma ou perisperma.

Nos aneuplóides há uma variação de maior amplitude nesses dados e também, como é óbvio, uma diminuição do número de frutos com dois endospermas.

Nas plantas controle, as porcentagens nos diversos tipos de fruto são constantes para as duas linhagens, sendo mais alta a de frutos chatos com dois endospermas (+ 75%), seguida por um fruto moca com um endosperma (+ 16%) e chatos com endosperma + perisperma (+ 10%). Os outros tipos são insignificantes. A planta 891, do controle, faz exceção, apresentado 31% de frutos moca com endosperma.

As plantas normais apresentaram porcentagens equivalentes ao controle para os diferentes tipos de frutos, enquanto nas de meiose irregular houve tendência para um maior número de frutos moca com endosperma. Esse resultado discorda dos dados do pólen, pois, nessas plantas não foi observado pólen mais estéril daquele encontrado nas plantas normais. Nas plantas 1371 (del. homozigota), 83% dos frutos apresentaram-se chatos e com dois endospermas ao contrário da 1420 (del. heterozigota) que apresentou 56% de frutos moca com endosperma e somente 12% de frutos chatos com endosperma, confirmando os dados obtidos do pólen.

A planta monotrissômica também apresentou porcentagem alta de frutos moca com endosperma.

Entre as trissômicas, uma tendência no aumento do número de frutos moca com endosperma pode ser observada; nas tetrassômicas houve um pequeno aumento no número de frutos chatos com endosperma + perisperma. A planta 1408 diferiu da 1449, ambas com fenótipos muito semelhantes, e das outras tetrassômicas por um elevado número de frutos chatos com endosperma.

Nos grupos das monossômicas, resultados diferentes foram obtidos. Analisando inicialmente as monossômicas dos grupos "1369" e "1461" constatou-se uma tendência para números mais elevados de frutos do tipo moca com endosperma nas plantas do fenótipo "1461" do que nas do tipo "1369". Esse resultado também confirma o obtido quanto ao pólen. Aumento nesta classe de fruto é decorrência provavelmente da falta de fertilização, conseqüentemente número alto de frutos do tipo moca com endosperma é devido à falta do pólen.

Nas outras monossômicas também, a classe de frutos moca com endosperma foi mais elevada. Os resultados nem sempre foram equivalentes aos dados do pólen como os das plantas 1403, 1446 e 1464. O número de frutos com perisperma foi maior na 1446 e 1391.

O quadro 5 permite uma análise dos frutos quanto ao conteúdo das lojas, sem considerar o tipo de fruto: com endospermas normais ou concha (endospermas provenientes de mais de um óvulo por lóculo do ovário), com perisperma e lojas não desenvolvidas.

As plantas controle apresentaram cerca de 85% de lojas com endosperma dos quais 6% aproximadamente corresponderam a endosperma concha, os 15% restantes contiveram as lojas com perisperma e não desenvolvidas, com uma leve preponderância na porcentagem destas últimas; uma planta teve 21,7% de lojas concha. Essas porcentagens mantiveram-se aproximadamente as mesmas nas plantas normais, com as mesmas variações para os quatro tipos de lojas.

Nas plantas de meiose irregular porém, notam-se valores mais altos para lojas com perisperma e para as não desenvolvidas. Esses valores são variáveis para cada planta, mesmo considerando as de morfologia semelhante, como as plantas 1419, 1442 e 1451.

A planta 1375, monotrissômica, mostrou maior porcentagem de lojas não desenvolvidas do que com perisperma. Houve um decréscimo para 75% de lojas com endosperma e a planta não apresentou concha.

Nas trissômicas, o cromossomo adicional parece ter influido mais na 1423, que apresentou 90% de lojas com endosperma, sendo 80% do tipo concha, resultado esse bastante significativo. As outras duas plantas comportaram-se como a 1375, exceto quanto a tendência para elevar a porcentagem de lojas não desenvolvidas.

A planta 1429, tetrassômica, apresentou as porcentagens de concha e também de lojas não desenvolvidas mais altas do que as normais; entre as tetrassômicas, foi a única que se destacou nesse particular.

Nos grupos monossômicos, o tipo "1461" mostrou porcentagem de lojas desenvolvidas levemente mais alta do que as do tipo "1369". Ambas apresentaram porcentagens mais altas de lojas com perisperma e não desenvolvidas que as normais. Nas outras, houve acentuado aumento de lojas não desenvolvidas, principalmente nas plantas 1403, 1437 e 1391, que apresentaram 30, 36 e 30%, respectivamente, desse tipo de lo

ja; a planta 1395 comportou-se como as normais. Esses dados mostram que, realmente, as diferentes monossômicas apresentam viabilidades diferentes.

A planta 1400 (duplomonossômica) apresentou também maior porcentagem de lojas desenvolvidas do que com perisperma.

Análise do peso dos frutos - Com o mesmo objetivo da análise do pólen e das lojas, foi estudado o peso dos frutos dos diferentes fenótipos. Com os dados obtidos pela pesagem das três amostras de um total de cem frutos por planta, foi organizado o quadro 6. Para cada amostra (A = 25 frutos; B = 50 frutos; C = 25 frutos), foram calculados a porcentagem do peso da mesma no peso total dos 100 frutos, e o peso unitário do fruto correspondente a cada amostra.

Os cem frutos foram divididos em três amostras de diferentes números de frutos por duas razões: 1) menor número de frutos nos extremos, para uma apreciação mais exata da média desses extremos, conservando um número maior de frutos na amostra de frutos de tamanho médio. Como o critério usado foi o mesmo para todas as plantas e o estudo foi comparativo, a diferença do número de frutos nada significa; 2) redução do número de pesagens para evitar um período mais longo na operação, o que acarretaria maior perda de água e alteração no peso dos frutos das últimas plantas pesadas.

No quadro 6 as plantas-controle apresentaram peso um pouco maior do que as plantas normais da progênie. Como os frutos são muito sensíveis às condições ambientes e as plantas-controle estão plantadas em local diferente, essa diferença é aceitável. As progênies, como já foi dito, estão num mesmo campo, lado a lado, portanto, qualquer diferença de peso poderá ser considerada, embora com alguma restrição.

O peso médio dos 100 frutos nas 7 plantas normais foi de 115,91g com os extremos de 100,72g e 149,20g. Nas três amostras observam-se que em média as porcentagens de cada classe nos 100 frutos estão ao redor de 32, 50 e 17%, e os pesos unitários ao redor de 1,50, 1,00 e 0,79g.

Nas outras plantas essas porcentagens só se mantêm aproximadamente semelhantes aos dados das plantas descritas anteriormente, no grupo da "1369" (monossômica), na planta 1400 (duplomonossômica), na planta 1371 (del. hom.); e nas trissômicas 1383 e 1423.

Nas tetrassômicas, a observação do quadro 6 mostra que nas 1429 e 1458 há um ligeiro aumento no peso dos frutos maiores, caindo para 14% o peso da amostra dos menores na 1429.

Esta mesma alteração na porcentagem das classes é vista na planta 1420, reduzindo em peso a amostra de frutos medianos e pequenos.

Também nas plantas de meiose irregular esse resultado foi obtido, isto é, porcentagem maior de peso na classe de frutos maiores.

Em todas as monossômicas há uma tendência para uma porcentagem mais alta na amostra A, com exceção do tipo "1369".

De um modo geral parece ser maior o número de plantas aneuplóides que não apresentam porcentagem igual de peso das normais nas três amostras e parece também ser maior a tendência da amostra A se elevar em peso em detrimento das outras na mesma proporção das irregularidades meióticas encontradas e da maior frequência de pólen estéril.

Quanto ao peso total da amostra alguns números são interessantes. Pesos mais baixos que os das normais foram obtidos nas plantas com deleção heterozigota, monotrissômica e plantas de meiose irregular. Nas monossômicas, digno de nota foi a redução do peso em todos os fenótipos com exceção do tipo "1369". Os menores pesos são das monossômicas do tipo "1461" e das plantas 1437, 1464 e 1446.

A planta diplomonossômica apresentou o peso total igual ao da média das normais.

Os frutos mais pesados pertencem à planta com deleção homozigota e a duas trissômicas. Na trissômica 1423, tem-se o único caso onde a diferença com o peso das normais é altamente significativa.

A amplitude de variação do peso de frutos de plantas das diversas ploidias comparados com a amplitude de variação das plantas normais pode ser observada no gráfico 1. No gráfico, as setas indicam a amplitude do fenótipo "1369".

Observações morfológicas em frutos e sementes - No quadro estão resumidos os aspectos morfológicos do tamanho e forma do fruto, forma e cor das sementes das plantas estudadas.

Em frutos de todas as plantas a cor observada foi a vermelha e o disco desenvolvido só foi constatado nas plantas $2n + 2$ (1429 e 1458) e nas $2n - 1$ (1403 e 1437). A planta 1458 apresentou, além do disco, um semi-desenvolvimento de sépalas no fruto maduro.

Observa-se no quadro 8 que a maioria das plantas tem frutos normais. As plantas de meiose irregular mostram tendências para frutos menores e as trissômicas, para maiores.

As plantas "1369" ($2n - 1$) e a planta 1400 ($2n - 1 - 1$) confirmam os dados dos quadros 3, 4, 5 e 6 com frutos não diferentes das normais. As outras monossômicas mostram uma tendência a frutos pequenos semelhantes às de meiose irregular.

Na observação das sementes, nas quais foram analisadas a forma quanto à irregularidade e a cor, a maioria apresentou grãos mal formados. Em todas as plantas as sementes apresentaram-se de cor verde, com exceção da planta 1446 ($2n - 1$) e 1451 (meiose irregular), com algumas sementes de cor amarelada (cera). Algumas plantas, além disso, mostraram-se heterogêneas quanto ao tamanho, como as plantas 1420, 1423, 1408 e 1403.

5.5. Fenocópia de alguns mutantes genéticos encontrados nos aneuplóides

A hereditariedade no gênero Coffea L. é muito complexa e quase que somente em C. arabica tem sido feita uma análise de fatores genéticos. Por um lado há certa facilidade nessa análise, por ser a planta predominantemente autógama, o que propicia linhagens praticamente homozigotas; os mutantes recessivos são reconhecidos de imediato. De outro lado, a condição tetraplóide oferece dificuldades, mascarando fatores pleiotrópicos, interação gênica, e outras formas de herança, que só podem ser esclarecidas depois de complexas análises genéticas. Porém, muitos fatores já foram descritos na espécie e, destes, a maioria segue uma herança monofatorial.

De acordo com a descrição de alguns mutantes genéticos encontrados por KRUG et al. (1958), foram observadas nas plantas estudadas algumas características semelhantes às mencionadas para a folha e o fruto.

a) Na folha:

I - Angustifolia (ag).

Existem vários genes condicionando este caráter: onde três, pelo menos, não são alélicos, outros apresentam uma genética mais complicada e alguns estão relacionados com plantas monossômicas.

Duas expressões desse tipo de folha foram encontradas nas plantas analisadas:

1) Planta 1369 e mais 14 plantas do mesmo fenótipo, monossômicas, apresentam folhas meio angustifolia, isto é, ângulos basal e apical mais agudos de que os normais e limbo mais estreito; neste, não se observou qualquer diferença na espessura ou nas nervuras;

2) Planta 1371, com deleção homozigota, apresenta folhas muito estreitas, quase lineares, com os ângulos da base e do ápice muito agudos. Diferenças de cor, espessura ou rugosidade não foram observadas.

II - Mucronata (mc).

Nove plantas do fenótipo 1461 apresentaram folhas levemente mucronadas. As folhas são menores que as normais, de ângulo basal agudo, mas limbo alargado próximo ao ápice. São plantas de porte reduzido, que apresentam heterofilia, principalmente quanto ao tamanho.

b) No fruto:

I - Macrodiscus (md).

Quatro plantas apresentam o disco desenvolvido:

- 1) 1403 e 1437, monossômicas;
- 2) 1429 e 1458, tetrassômicas.

Estas quatro plantas, apesar de possuírem número de cromossomos diferente, apresentam algumas características morfológicas comuns e foram inicialmente reunidas no mesmo grupo morfológico. Apresentam em comum folhas de margens lisas, limbo pouco brilhante e as folhas tomam, no ramo, a posição de opostas cruzadas. Diferenciam-nas muitos outros caracteres.

II - Polispermia ou falsa poliembrionia.

A planta 1423, trissômica, tem uma frequência muito alta de frutos com endosperma concha (80%); nas plantas normais essa frequência não ultrapassou 20%. Nesses frutos, originados de ovários com maior número de óvulos, depois da eliminação do pergaminho, observam-se duas a três sementes em cada lóculo, separadas pela película prateada e imbricadas. Parece que as condições climáticas em uma fase inicial do desenvolvimento da flor afetam grandemente a frequên

cia desses ovários anormais. Segundo SYBENGA (1960), Mackel é de opinião que este fenômeno seja hereditário, e a herança, de ascendentes remotos.

A planta 1423, contrariamente ao observado pelos técnicos da Seção de Genética (Carvalho, comunicação pessoal) tem uma frequência alta de óvulos fertilizados; é muito baixa a frequência de lojas não desenvolvidas (8,9%) e insignificante a porcentagem de lojas vazias (1,5%).

6. DISCUSSÃO

6.1. Considerações sobre a citologia e a variabilidade de Coffea arabica L.

É grande o número de variedades de Coffea arabica descritas. Muitas foram introduzidas no Brasil e outras foram encontradas em cafezais, em meio à variedade cultivada no local. Como o café Arábica é predominantemente autógamo, espera-se maior uniformidade de caracteres e a variabilidade dependeria, então, essencialmente de mutação genética ou cromossômica. Da literatura sobre genética e citologia conclui-se que isso realmente ocorre, mutações sendo encontradas mesmo em tecido somático (KRUG e MENDES, 1940), o que explica o elevado número de variedades existentes.

Como decorrência do café ser autógamo, as linhagens apresentam relativa homozigose. De acordo com SYBENCA (1960), os mutantes recessivos são facilmente reconhecidos e a genética não encontra grandes problemas. Essa afirmação não representa bem a verdade: o café é autógamo mas poliplóide, e ainda não se conhece o quanto de homologia existe em seus cromossomos.

De acordo com CARVALHO (1958), as variações hereditárias têm sido descritas como variedades botânicas, por vários autores. A variedade arabica foi tomada como padrão para análise genética, por ter sido a planta-tipo usada por Linnaeus, para a descrição da espécie.

A análise genética indica que todos os mutantes diferem da variedade arabica por um a três pares de fatores genéticos, um par sendo o mais comum encontrado na literatura, dominantes ou recessivos aos alelos da variedade padrão (CARVALHO 1958).

A constante de um par de fatores ser o número mais comum é um fato curioso, desde que se sabe que Coffea arabica é tetraplóide e que pelo menos alguma homologia deve existir entre os cromossomos dos dois conjuntos diplóides, porque, na variedade monosperma (22 cromossomos e, portanto, haplóide), foi observado pareamento entre alguns cromossomos (MENDES e BACCHI, 1940). É interessante considerar ainda nesses mutantes descritos como variedades, a ação ampla da maioria dos genes modificando uma série de características (CARVALHO, 1958), o que é

compreensível só por uma pleiotropia generalizada.

Mais um fato de difícil interpretação é o mutante angustifolia (ag). Há indícios de que pelo menos uma série de seis pares de fatores independentes atuam nesse caráter (MENDES, 1954) e mais, é um caráter muito complexo, porque a falta de um cromossomo também origina o fenótipo (MENDES, 1951 e 1952); é observado ainda que, mesmo modificações ambientes, como por exemplo alguns inseticidas, acarretam transformação das folhas para angustifolia (MÔNACO, L.C., comunicação pessoal). Outros mutantes de igual complexidade são também observados onde talvez se possa explicar como pequenas deficiências, semelhante ao caso do mutante "notch" de Drosophila.

Outro fato digno de nota é o conhecimento de um único caso de "linkage" entre esses mutantes (CARVALHO, 1960) quando se considera: a) o número relativamente alto de mutantes descritos, quarenta, de acordo com (CARVALHO 1958, CARVALHO, FERWERDA et al., 1969) em 22 cromossomos; b) que dois ou três cromossomos formam normalmente 3 quiasmas; c) são muito raros monovalentes na diacinese pela ausência de quiasmas (MENDES, 1950).

Portanto, a hereditariedade do café parece ser muito complexa e muito ainda há por desvendar.

A variabilidade da espécie arabica também é explicada pela alteração numérica de cromossomos.

A espécie é tetraplóide (44 cromossomos), comportando-se como verdadeiro diplóide. Nunca foi observada formação de tetravalente na meiose e a segregação de cromossomos é normal nas células filhas, resultando da formação constante de 22_{II} . No entanto, há a variedade monosperma, com somente 22 cromossomos (MENDES 1940, 1952) e cuja origem deve ter se dado possivelmente por falhas na fertilização com desenvolvimento partenogenético do gameta feminino. Números diferentes desse e do normal 44, encontram-se nas formas hexaplóides e octoplóides da variedade bullata Cramer. Estas plantas, como a var. monosperma, ocorrem naturalmente em progênes de tetraplóides normais. KRUG (1937) explica sua origem pela associação de dois gametas não reduzidos ou pela duplicação somática de cromossomos, achando a última a mais provável, baseado no fato de que esta duplicação de cromossomos às vezes ocorre em ramos de plantas adultas (Krug, 1938). Mutações cro

mossômicas em plantas adultas também foram observadas por MENDES (1952).

A complexidade de fatores hereditários ainda não completamente esclarecidos agindo ora de forma pleiotrópica, ora na forma de interação gênica em plantas onde o equilíbrio genético está alterado (aneuplóides), pode ter acarretado modificações várias, em número e grau, nas plantas estudadas. Essas modificações seriam difíceis de serem avaliadas em plantas de diferente número de cromossomos, como nas plantas estudadas, onde se faz necessário um estudo da variação entre plantas com o mesmo nível de ploidia. Em alguns níveis de ploidia ($2n$ e $2n - 1$) que abrangeram várias plantas, alguns caracteres mostraram alguma variação. Essa dificuldade ainda é maior considerando a variabilidade ambiente, que em café representa alguma importância e também que o 'Mundo Novo' é de origem híbrida, apresentando maior variação.

O número de cromossomos diferentes encontrados na espécie e originados possivelmente em falhas na divisão celular ajuda a compreensão da origem das plantas aneuplóides constatadas nas progênies de 'Mundo Novo'. A essa idéia acrescenta-se ainda o fato de que o 'Mundo Novo' tem origem híbrida, o que pode propiciar um maior número de irregularidades na divisão celular, de acordo com o observado por MENDES, MEDINA e CONAGIN (1954).

6.2. Comportamento meiótico de C. arabica L.

O comportamento meiótico de C. arabica, estudado nas variedades semperflorens K.M.C., caturra K.M.C. por MENDES (1950) e na variedade rugosa K.M.C. por MEDINA (1950), é quase normal, com muito poucas células gametogênicas com número diferente de 22. Raras anormalidades foram observadas na distribuição anafásica dos cromossomos; não foram observadas "pontes" ou laggards". Em metáfase I também foi muito rara a formação de monovalentes.

O mesmo estudo foi feito mais tarde no cultivar 'Mundo Novo' (MENDES, MEDINA e CONAGIN, 1954).

Neste, foram observadas irregularidades em maior frequência do que nas variedades estudadas anteriormente. Os micrósporos formados tinham aparência normal mas eram de tamanhos diferentes. As tétrades apresentavam número diferente de micrósporos e nas fases meióticas foram observados inúmeros casos de cromossomos retardatários e perdi-

dos no citoplasma. Essas observações levaram os autores a concluir que no 'Mundo Novo' ocorrem irregularidades meióticas que não são encontradas com frequência em C. arabica.

Essa conclusão é extensiva à formação do saco embrionário

A conclusão a que chegaram os autores sobre uma maior irregularidade na meiose do 'Mundo Novo' difere um pouco do que foi observado nas plantas das duas progênies desse cultivar e objeto deste trabalho. Embora tenha sido pequeno o número de células analisadas, muitas plantas foram examinadas. As plantas que apresentaram aspecto morfológico normal, mostraram, com exceção da planta 1465, divisão meiótica normal. Somente nas plantas com aspecto diferente do normal, porém ainda dissômicas, foram constatadas irregularidades meióticas. O número relativamente alto, aproximadamente de cem "seedlings" anormais, separados de uma amostra de sementes em duas linhagens de 'Mundo Novo' parece confirmar as irregularidades encontradas pelos autores. Gametas com número diferente de 22, fertilizados com pólen normal provavelmente iriam originar plantas aneuplóides.

6.3. Número de cromossomos encontrados nas progênies

Segundo CARVALHO et al. (1952), o café Mundo Novo apresenta maior variabilidade morfológica do que outros cultivares porque tem uma origem híbrida. Seria um híbrido entre o tipo 'Sumatra', que pertence à var. arabica L. (= C. arabica L. var. tipica Cramer) e o café 'bourbon' (C. arabica L. var. bourbon (B. Rodr.) Choussy. É um cultivar heterogêneo, onde as plantas apresentam variação no porte, tipo de ramificação, forma das folhas adultas e, principalmente, em produtividade. Algumas plantas se assemelham à var. bourbon e, outras, à arabica.

Em sementeiras de café 'Mundo Novo' foi observado que alguns "seedlings" apresentavam um comportamento morfológico um tanto diferente da maioria. Essas plantas foram objeto de estudo deste trabalho. As plantas que realmente confirmaram a aneuploidia surgiram, portanto, espontaneamente, sem interferência das técnicas usadas comumente para a obtenção desse tipo de anormalidade.

Do estudo feito nessas plantas concluiu-se que é possível dividi-las em classes, de acordo com as determinações cromossômicas, co-

mo segue:

75 plantas de duas progênies	1) dissômicas 36 plantas	a) 28 plantas - normais
		b) 6 plantas meiose irregular
		c) 2 plantas - deleções
	2) monossômicas 30 plantas	a) fenótipo tipo "1369" 15 plantas
		b) fenótipo tipo "1461" 9 plantas
		c) 6 fenótipos - 6 plantas
	3) outras ploidias 9 plantas	a) monotrissômica 1 planta
		b) trissômica - 3 fenótipos 3 plantas
		c) tetrassômicas - 3 fenótipos 4 plantas
d) duplomonossômica - 1 fenótipo 1 planta		

Este quadro mostra que dois tipos de plantas prevaleceram, dissômicas e monossômicas, e uma pequena minoria consistiu de plantas com outras ploidias. Observações nas dissômicas indicaram que 28 plantas tomaram um aspecto morfológico normal no decorrer de seu desenvolvimento; é possível que deficiências fisiológicas estivessem atuando quando foram selecionadas; as 8 plantas das classes lb e lc, sofreram alterações morfológicas tão grandes quanto as aneuplóides, acompanhadas de irregularidades meióticas. Talvez outras aberrações cromossômicas, pequenas e, por isso não perceptíveis, estejam influenciando a morfologia e a própria divisão celular de tais plantas; as duas plantas com deleção (lc), parecem de certo modo confirmar a hipótese. Tal-

vez exista alguma correspondência de genes entre a planta 1422, de meiose irregular, e a planta 1420, com deleção heterozigota, pois nas duas observaram-se similaridades de morfologia. Alguns fenótipos diferentes foram distinguidos entre as plantas dissômicas de meiose irregular; três plantas apresentaram aspectos morfológicos semelhantes; as plantas 1419, 1442 e 1451. É difícil explicar os diferentes fenótipos observados com o comportamento meiótico irregular mostrado por essas plantas. É possível, que sejam fenômenos distintos, isto é, plantas com meiose irregular como aquelas estudadas por MENDES et al. (1954) no 'Mundo Novo' e que a morfologia diferente apresentada por elas seja causada apenas por alterações gênicas.

A segunda classe de plantas, de número equivalente à primeira, compreende as monossômicas. Oito fenótipos estão representados neste grupo e são perfeitamente distintos entre si morfologicamente, permitindo supor que cromossomos diferentes estão ausentes em cada grupo fenotípico. É provável então, que se conta com oito dos vinte e dois monossômicos teoricamente possíveis para o café Mundo Novo.

Nos oito fenótipos monossômicos, dois deles abrangeram muitas plantas, o tipo "1369", com quinze e o tipo "1461", com nove. É provável que nessas o mesmo cromossomo tenha se perdido, principalmente nas plantas do tipo "1369" que são muito semelhantes nas características analisadas. No entanto, dúvidas persistem porque alguns cromossomos do café parecem alterar pouco a sua morfologia.

A ordem de grandeza da variação morfológica não é a mesma em cada grupo. Alguns fenótipos são pouco diferentes das plantas normais, outros diferem muito e foi entre as plantas monossômicas que se encontraram as mais drásticas modificações de características. Esta observação é válida também para os dados da análise de frutos, pólen e lojas vazias. Esse mesmo resultado foi encontrado por KUSH (ALLARD, 1967) em tomate, onde constatou modificações mais acentuadas em monossômicas do que em trissômicas, embora tomate seja uma planta diplóide.

Pelo que se depreende do número de plantas de cada fenótipo, alguns cromossomos têm maior tendência a se perder que outros. MENDES (1954 e 1955) faz referências a duas plantas monossômicas que coincidem, pela descrição, com os fenótipos do tipo "1369" e "1461". Nesses mesmos trabalhos o autor afirma que a falta de um cromossomo leva a planta ao fenótipo angustifolia. Em sementeiras de café esse caráter

é o mais freqüente, apoiando a idéia que nem todos os cromossomos tenham a mesma chance de se perder. Isso é esperado em plantas com cromossomos de diferentes tamanhos, como é o caso do café (EINSET, 1943). Um cromossomo pequeno é facilmente perdido no citoplasma, pela falta ou menor número de quiasmas.

Houve maior tendência de perda de cromossomos em relação a a créscimo. Muito poucas plantas apresentaram trissomia enquanto que uma planta perdeu dois cromossomos não homólogos. Como as plantas trissômicas e tetrassômicas diferem menos das normais do que as monossômicas, é possível que muitos "seedlings" com aquela constituição cromossômica não tivessem sido notados e por isso desprezados.

Com duas exceções, plantas 1403 e 1437, não foram observados trivalentes nas plantas monossômicas, da mesma forma como não se observam tetravalentes nas plantas normais da espécie tetraplóide. Se os dois genomas presentes em café tivessem pouca homologia, como seria explicado o número elevado de monossômicos encontrados nas progênies desde que se sabe que em organismos diplóides a sobrevivência de monossômicos é difícil. Pode-se argumentar de três modos: 1) que existe homologia entre alguns cromossomos, mas que não seja suficiente para propiciar formação de um polivalente, mesmo quando um cromossomo está ausente; 2) há em café um controle genético evitando pareamento de homólogos; 3) que existe em café cromossomos com muita cromatina inerte, em que sua perda não é vital para a planta.

Nenhum caso de nulissomia foi observado. Como o café é uma planta poliplóide, seria esperada alguma sobrevivência de nulissômicos. Foi constatado no campo um número elevado de falhas, maior do que se obtém comumente com o transplante de plantas normais para o campo, sendo possível que estas falhas correspondam a casos de nulissômicos que não sobreviveram. Se a hipótese for válida poderia ser uma indicação de uma provável natureza alopoliplóide para a espécie arábica (ALLARD, 1967 e WILLIAMS, 1963).

Em duas monossômicas (2c), plantas 1437 e 1403, foi observado formação de trivalente em algumas células. Ambas apresentaram meiose irregular. Essa formação pode também ter duas causas: a primeira a-

poiando a homologia de alguns cromossomos dos dois genomas originais; a segunda e a mais provável, que estas plantas sejam monossômicas terciárias, isto é, com segmentos translocados entre dois de seus cromossomos (KHUSH e RICK, 1966 e ENDRIZZI, 1963). Em ambas as plantas, a formação de trivalente foi observada, por coincidência, em metáfases, o que impossibilitou a verificação, se a segunda hipótese é válida, da conformação do trivalente quanto ao comportamento das regiões univalentes e a extensão da translocação. Nestas plantas, ao contrário do que foi observado em tomate (KHUSH e RICK, 1966,) em poucas células se formou trivalente. Isso poderia ser decorrência do tamanho da translocação.

É necessário dizer, no entanto, que nunca foi observado caso de translocação em café e que esse tipo de monossômicos e trissômicos é mais comum em plantas irradiadas, sendo rara a ocorrência espontânea.

Nas plantas trissômicas, não foi observada em célula alguma formação de trivalente em anel ou associação de cinco cromossomos, concluindo tratar-se de trissômicos primários (DAS e BHOWMIK, 1971 e BURNHAM, 1962).

Muitas discrepâncias foram encontradas entre o agrupamento morfológico e o citológico, e essa disparidade ocorreu em muitos grupos. Sem considerar as plantas de 44 cromossomos, com morfologia diferente da normal, três grupos, os de maior número de plantas, mantiveram-se iguais tanto na primeira como na segunda classificação: as normais, o grupo da 1369 e o da 1461. Algumas plantas isoladas confirmaram seu aspecto ímpar, com sua incomum constituição cromossômica, como a 1371, 1420 e 1423. Discordâncias apareceram nos grupos menores, de poucas plantas e heterogêneos como os grupos V, VI, VII e no II, cujas plantas têm um aspecto quase normal.

Fatos curiosos e inesperados apareceram no relacionamento do número de cromossomos com a morfologia das plantas, nestes últimos grupos mencionados.

Alguns fenótipos monossômicos têm características morfológicas comuns a plantas de outras ploidias. Por exemplo, as monossômicas 1403 e 1437, assemelham-se à planta 1429, tetrassômica.

De mais fácil interpretação é a semelhança encontrada entre as monossômica 1391, monotrissômica 1375 e a trissômica 1415. Nestas

é provável que um cromossomo seja comum duas a duas.

Outro caso, de maior interesse, é a semelhança existente nas plantas 1369, monossômica, 1400, diplomonossômica, e 1383, trissômica. Além da semelhança entre si, pouco diferem das normais na morfologia, na frequência de pólen estéril e na constituição dos frutos. É estranho esse resultado, diante de ploidias tão diferentes.

A semelhança de 1369, com as normais, comportamento muito diferente das outras monossômicas encontradas, parece indicar que em café existe pelo menos um cromossomo que pouco altera o fenótipo normal. Esse raciocínio se estende a dois cromossomos diferentes, pois a planta 1400 também mostra pouca alteração e essa planta tem dois cromossomos ausentes diferentes. Além disso apresenta pólen estéril, lojas vazias e peso de frutos ainda dentro da variação apresentada pelas plantas normais. A idéia de um cromossomo alterando pouco a morfologia e a fisiologia da planta é confirmada pela trissômica 1383, cujo cromossomo em triplicata seja talvez o mesmo que está em falta na 1400 e 1369.

Muitas são as diferenças morfológicas encontradas nas diversas ploidias das plantas estudadas em relação às normais, mas as variações têm pequena amplitude, isto é, são pequenas e de difícil percepção. Este resultado em café dificultará a aplicação da aneuploidia na análise genética. Esta constatação é diversa da obtida em tomate; onde, de acordo com RICK (1954), cada um dos 12 trissômicos pode ser identificado mesmo em progênies segregando para vários genes. Em café não é fácil associar morfologia com a falta ou o excesso de cromossomos. A verificação de que alguns cromossomos alteram pouco o fenótipo, que alguns cromossomos se perdem mais que outros, e a viabilidade diferente do pólen apresentada pelas plantas monossômicas, sugere a existência de uma alta diferenciação cromossômica em café, isto é, cada cromossomo tem um balanço gênico próprio independente do genoma.

6.4. Possibilidades dos aneuplóides para as pesquisas com café

Aneuplóides constituem um excelente material para pesquisas básicas e aplicadas. Na agricultura, desde que Blakeslee encontrou em Datura os primeiros indivíduos aneuplóides, a aplicação deste tipo de anormalidade tem se desenvolvido intensamente nas principais culturas

de vários países.

A espécie C. arabica L. contém, provavelmente, dois genomas de espécies diferentes, cada um com 11 cromossomos. Estes ainda são pouco conhecidos morfológicamente. São pequenos, com dois ou três um pouco maiores, apresentando pequenas diferenças na forma e tamanho. Além disso, só um caso de "linkage" foi descrito até o momento para que com o uso de trissômicos fosse possível identificar geneticamente estes cromossomos com o cromossomo extra (1,23 e 39). Diante de tais dificuldades muitas restrições se fazem ao uso imediato de aneuplóides.

A utilização de aneuplóides tem importância na pesquisa básica e aplicada. No entanto, é na pesquisa aplicada que têm sido mais grandemente utilizados, principalmente porque é através de aneuplóides que é possível substituir cromossomos de uma variedade ou espécie a outra. Com essa finalidade, séries de plantas monossômicas foram obtidas para plantas poliplóides como o trigo, fumo, algodão e outras. Plantas monossômicas aparecem espontaneamente, em progênies de triploides, de outros aneuplóides ou de plantas irradiadas. A substituição de cromossomos indesejáveis de um cultivar a outro é feita em etapas, isto é, em algumas gerações de cruzamentos.

Aneuplóides poderão ser usados em café com este objetivo. É de suma importância na obtenção de cultivares resistentes a moléstias, principalmente agora quando o café está seriamente ameaçado.

Outras utilizações de aneuplóides poderão ser feitas em café:

1) Comparando a série de trissômicos com as plantas normais dissômicas, será fácil verificar os efeitos da duplicação para blocos de genes, para todo o cromossomo ou apenas para um braço, de acordo com o tipo de trissômico.

2) Outra possibilidade com trissômicos é a identificação de cromossomos que apresentam outras anormalidades. Essas são detectadas pelo pareamento em diacinese.

3) Usando trissômicos, é possível localizar genes nos diferentes cromossomos, em braços do mesmo e ainda a sua posição relativa ao centrômero.

4) Os aneuplóides podem evidenciar, pela expressão de caracteres, o balanço genético do cromossomo, isto é, como agem os vários ge

nes, se em muitas ou em poucas características, e se essas estão correlacionadas.

5) Usando monossômicos talvez seja possível identificar, através de cruzamentos, os genomas que estão presentes no café. Este método já foi usado em trigo e fumo. O número de bivalentes formados na meiose do híbrido do Arábica monossômico com as espécies que possivelmente contribuíram na sua formação, (duas hibridações são feitas), poderá dar a confirmação da hipótese.

Essa aplicação em café é incerta. Há em espécies de café alguma homologia entre os cromossomos, de acordo com Medina (1950), e cromossomos das espécies poderiam parear indistintamente.

Com esse método será possível também relacionar o tamanho dos cromossomos, quando são diferentes, de uma e outra espécie que originou o aloploplóide, através do pareamento. Isto foi conseguido em fumo (Burnham, 1962).

6) Na progênie de aneuplóides são esperados outros aneuplóides. Com isso, aumenta a probabilidade da obtenção, em pouco tempo, de séries completas de diferentes aneuplóides.

7) Geralmente, devido ao número de monovalentes formados na meiose de aneuplóides, outras aberrações cromossômicas são encontradas em maior frequência. Este material constitui também uma fonte de informação nas pesquisas citológicas e genéticas.

Muitas outras aplicações teóricas e práticas existem. Este trabalho, inicia uma intensificação do estudo em aneuplóides de café.

7. RESUMO E CONCLUSÕES

7.1. Setenta e cinco plantas foram pesquisadas morfológicamente e em 52 o número de cromossomos foi determinado em células mães de pólen. Essas plantas são progênies de duas linhagens do café 'Mundo Novo' e foram separadas nas sementeiras na fase de "seedlings" porque apresentavam aspecto diferente do normal. Foram consideradas possíveis aneuplóides.

7.2. Em 36 plantas não foi constatada aneuploidia. Entre essas, 28 eram normais; 6 plantas apresentaram morfologia estranha à normal e meiose irregular; em duas foram constatadas deleções.

7.3. Nas 39 restantes, a aneuploidia foi confirmada. Foi verificado pelo número de cromossomos e pareamento dos homólogos na meiose, que há vários tipos de aneuploidia representados por essas plantas: monossômia, monotrissômia, trissômia, tetrassômia e duplomonossômia.

7.4. As plantas dissômicas de meiose irregular mostraram diferenças morfológicas com as normais de mesma ordem de grandeza que as aneuplóides.

7.5. As plantas monossômicas foram as mais numerosas. Cito-fenótipos diferentes foram anotados, sendo que dois deles com número maior de plantas.

7.6. Nas plantas monossômicas foram encontradas as maiores discrepâncias morfológicas em relação às normais, com exceção de um fenótipo que é quase igual às normais.

7.7. Duas plantas monossômicas apresentaram trivalentes em metáfase I, com possibilidade de serem monossômicos terciários. Mostraram meiose mais irregular.

7.8. Plantas deploidias diferentes apresentaram alguns aspectos morfológicos semelhantes, indicando cromossomos comuns envolvidos. Um caso de difícil interpretação apareceu na monossômica 1369, trissômica 1383 e duplomonossômica 1400. Hipóteses foram levantadas.

7.9. Contagens de pólen inviável e análise sobre a constituição dos frutos quanto a lojas com endosperma, vazias e não desenvolvidas, revelaram diferenças significativas entre algumas ploidias com as plantas normais, como também entre as mesmas ploidias, indicando interdependência de alguns cromossomos.

7.10. A comparação entre o peso de frutos de plantas pertencentes a várias ploidias não mostrou grandes variações, com exceção das monossômicas que acusaram, de um modo geral, peso mais baixo. As plantas pertencentes ao fenótipo do tipo "1369", monossômicas, e a planta 1400, duplomonossômica, não mostraram diferenças de peso com as normais.

7.11. A duplomonossômica, planta 1400, mostrou um fenótipo muito semelhante ao das normais, com pólen, formação de lojas, peso de frutos também pouco diferindo das normais. Talvez cromossomos essencialmente heterocromáticos estejam em jogo.

7.12. Três trissômicas foram encontradas, diferentes uma das outras. Pela formação de pareamento na meiose possivelmente são trissômicos primários.

7.13. Nas tetrassômicas (4 plantas), duas são muito semelhantes. Três cromossomos diferentes devem ter se acrescentado a esse grupo.

7.14. A planta 1423, trissômica, apresentou frequência muito alta de frutos com falsa poliembrionia. É provável que isso esteja relacionado com o cromossomo extra.

7.15. Gráficos poligonais foram construídos com as 22 características morfológicas analisadas em cada planta. Ficou patente a diferença entre os fenótipos.

7.16. A análise citológica evidenciou comportamento meiótico diferente nos diversos fenótipos. Casos de citomixia e fragmentação de cromossomos também foram observados.

7.17. Algumas fenocópias de mutantes genéticos já descritos foram observados em algumas ploidias.

7.18. A planta 1371, com deleção homozigota apresentou uma drástica alteração no fenótipo e essa alteração abrangeu toda a planta. A produção de frutos e sementes foi normal.

7.19. O fato de não se ter encontrado nulissômicos e não formação de trivalente nos monossômicos primários é um argumento mais na confirmação da origem do café Arábica por aloploidia.

7.20. Muitas são as diferenças morfológicas encontradas nas plantas aneuplóides em relação às normais, mas de pequena amplitude.

7.21. Muitas plantas apresentaram discrepâncias entre o agrupamento morfológico e citológico. Conseqüentemente, não é fácil associar morfologia com a falta ou excesso de cromossomos.

7.22. Este trabalho foi uma primeira abordagem na pesquisa de aneuplóides de café e como tal não tem a pretensão de ser uma pesquisa completa sobre o assunto tanto no que diz respeito às plantas como à bibliografia. Muito ainda terá de ser caminhado para fornecer dados tanto para o melhoramento como também para um conhecimento teórico da origem de Coffea arabica L.

8. SUMMARY AND CONCLUSIONS

8.1. Seventy five plants have been morphologically studied and in fifty two the chromosome number was determined in pollen-mother cells. These plants were progenies of two lines of Mundo Novo coffee; selected in the seedling stage, they were different from normal. They were supposed to be aneuploids.

8.2. Aneuploidy was not found in thirty six plants; among these, 28 are morphologically normal; 6 are different from normal morphologically and have irregular meiosis; deletions were found in two of them.

8.3 The 39 others are aneuploids. It was seen through chromosome number and homologous pairing at meiosis that there are several types of aneuploidy among the plants: monosomy, monotrismy, trisomy, tetrasomy and doublemonosomy.

8.4. When compared to the normal, disomic plants with irregular meiosis showed morphological differences of the same degree as the aneuploids.

8.5. Monosomic plants were the most numerous. Eight different phenotypes were observed, two of them with greater number of plants.

8.6. In the group of the monosomic plants the highest morphological discrepancies from the normal were found, except one phenotype which is almost equal to the normals.

8.7. Two monosomic plants showed trivalents at metaphase I; they can possibly be tertiary monosomics. They had more irregular meiosis.

8.8. Plants of different degrees of ploidy showed similar morphological aspects and this fact leads to the supposition that the same chromosomes are involved. The monosomic plant, 1369, the trisomic, 1383, and the doublemonosomic, 1400, are cases of

difficult interpretation and several hypothesis were held.

8.9. Inviabile pollen percentage and fruit analysis as the kind of loci (whether empty, or undeveloped or fille with endosperm) showed significant differences between the plants with different degrees of ploidy and the normal ones, and also among the same aneuploid plants, indicating interdependency of some of the chromosomes.

8.10. Monosomic plants have, in general, low fruit weight; the fruits from plants with the different degrees of ploidy showed very little difference when their weights were compared. No difference was either found among the plants of the "1369" phenotype, the plant of the "1400" phenotype and the normal plants.

8.11. The doublemonosomic plant 1400, is very similar to the normal plants when phenotype, pollen, fruit locules and fruit weight are considered. Heterochromatic chromosomes may be involved in the case.

8.12. Three different trisomics were found; studying the pairing of their chromosomes in meiosis, we can suppose they are primary trisomics.

8.13. From the four tetrasomic plants, two are very similar. Three different chromosomes can be added to this group.

8.14. The trisomic plant 1423, showed very high frequency of polyembryonic fruits. This can be related to the extra chromosome.

8.15. Polygonal graphs were made with the 22 morphological characters studied in each plant. The differences among the phenotypes are very sharp through them.

8.16. Cytological studies showed the different phenotypes have different meiotic behavior. Cytomixis and chromosome fragmentation were also observed.

8.17. Some phenocopies of genetic mutants were observed in some of the ploidies.

8.18. A sharp and complete modification in the phenotype of the plant 1371 (with homozygous deletion) were observed. Fruit and seed production were normal.

8.19. The absence of nullisomic plants and of trivalents in the primary monosomics is a favorable contribution to the hypothesis of the allopolyploidy origin of C. arabica.

8.20. Many are the morphological differences found in aneuploid plants when they are compared to the normal ones, although they have a narrow amplitude.

8.21. The comparison between morphological and cytological groups shows many discrepant plants. Consequently it is not easy to make an association of morphology to exceeding or missing chromosomes.

8.22. This work is the first touch on coffee aneuploids, and as such, it has not the intention to be a complete research on the subject as far as plants and bibliography are concerned. A very long way has to be still covered to get informations about Coffea arabica breeding and also about its theoretical origin.

9. LITERATURA CITADA

- ALLARD, R.W. 1967. Principios de la mejora genética de las plantas. Ediciones Omega S.A. Barcelona.
- ALVIM, P.T., CARVALHO, A., MENDES, A.J.T. e DEDECCA, D.M. 1958. Advances in coffee production technology. Recent advances in our knowledge of coffee trees. *Coffee and Tea Industries* 81:16-51.
- AUDUS, L.J. 1959. Plant growth substances. Leonard Hill Books Limited. London.
- BLAKESLEE, A.F. 1922. Variations in Datura due to changes in chromosome number. *Amer. Nat.* 56:16-21.
- _____ & BELLING, J. 1924. Chromosomal mutations in the Jimson Weed, Datura stramonium. *J. Hered.* 15:194-210.
- _____ & CARTLEDGE, J.L. 1926. Pollen abortion in chromosomal types of Datura. *Proc. Nat. Acad. Sci.* 12:315-323.
- BUCHHOLZ, J.T. & BLAKESLEE, A.F. 1932. Pollen tube growth in primary and secondary $2n + 1$ Daturas. *Amer. J. Bot.* 19:604-626.
- BURNHAM, C.R. 1962. Discussions in Cytogenetics. Burgess Publishing Company, First Edition. Minnesota.
- CARLSON, P.S. 1972. Locating genetic loci with aneuploids. *Molec. Gen. Genetics* 114:273-280.
- CARVALHO, A. 1960. Genética de coffea. XXV - Ligação genética dos fatores anormalis e anomala. *Bragantia* 19. nota 38:CXCI-CXCV.
- CARVALHO, A., FERWERDA, F.P., FRAHM-LELIVELD, J.A. et al. 1969. Coffee: Coffea arabica L. and Coffea canephora Pierre ex-Froehner. In Ferwerda, F.P. & Wit, F. Ed. Outlines of perennial crop breeding in the tropics. H. Veenman & Zonen N.V., Wageningen.
- _____, KRUG, C.A., MENDES, J.E.T. et al. 1952. Melhoramento do cafeeiro. IV. Café Mundo Novo. *Bragantia* 12:97-129.

- CONGER, A.D. & FAIRCHILD, L.M. 1953. A quickfreeze method for making smear slides permanent. *Stain Techn.* 28:281-283.
- DARLINGTON, C.D. & MATHER, J.T.K. 1944. Chromosome balance and interaction in Hyacinthus. *J. Genet.* 46:52-61.
- DAS, K. & BHOWMIK, G. 1971. A primary trisomic for chromosome 4 in a six-rowed barley. *Cytologia* 36:674-679.
- EINSET, J. 1943. Chromosome length in relation to transmission frequency of maize trisomics. *Genetics* 28:349-364.
- ENDRIZZI, J.E. 1963. Genetic analysis of six primary monosomes and one tertiary monosome in Gossypium hirsutum. *Genetics* 48:1625-1633.
- GOODSPEED, T.H. & AVERY, P. 1939. Trisomic and other types in Nicotiana glauca. *J. Genet.* 38:381-457.
- HERMSEN, J.G.Th. 1970. Basic information for the use of primary trisomics in genetic and breeding research. *Euphytica* 19:125-140.
- ISING, G. 1969. Cytogenetic studies in Cyrtanthus II. Aneuploidia and internal chromosome balance. *Hereditas* 61:45-114.
- KAMMACHER, P.A., BROWN, M.S. & NEWMAN, J.S. 1957. A quadruple monosomic in cotton. *J. Hered.* 48:134-138.
- KHUSH, G.S. & RICK, C.M. 1966. The origin, identification and cytogenetic behavior of tomato monosomics. *Chromosoma* 18:407-420.
- _____ & _____ 1967 a. Novel compensating trisomics of the tomato: cytogenetics, monosomic analysis and other applications. *Genetics* 56:297-307.
- _____ & _____ 1967 b. Tomato tertiary trisomics: origin, identification, morphology and use in determining position of centromeres and arm location of markers. *Can. J. Gen. Cyt.* 9: 610-631.

- KRUG, C.A. 1937. Observações citológicas em Coffea III. Bol. Tecn. nº 27. Instituto Agronômico. Campinas.
- _____ 1938. Variações somáticas em Coffea arabica L. Bol. Tecn. nº 20. Instituto Agronômico. Campinas.
- _____ & MENDES, A.J.T. 1940. Cytological observations in Coffea IV. J. Genet. 39:189-203.
- _____ & MENDES, J.E.T. 1935. A chamada polyembrionia em Coffea. Rev. Agr. (Piracicaba) X:43-48. 1935.
- _____, _____ & CARVALHO, A. 1939. Taxonomia de Coffea arabica L. Descrição das variedades e formas encontradas no Estado de S. Paulo. Bol. Tecn. nº 62. Instituto Agronômico. Campinas.
- LESLEY, J.W. 1932. Trisomic types of the tomato and their relation to the genes. Genetics 17:545-559.
- LEVAN, A. 1942. The effect of chromosomal variation in sugar beets. Hereditas 28:345-399.
- LOVE, D. & NADEAU, L. 1961. The Hutchinson Polygraph, a method for simultaneous expression of multiple and variable characters. Can. J. Genet. Cyt. 3:289-294.
- MAJUMDAR, P.K. & MUKHERJEE, S.K. 1971. Aneuploidy in guava, II. The Nucleus XIV:119-131.
- MEDINA, D.M. 1950. Observações citológicas em Coffea XIV. Microsporogênese em Coffea arabica L. var. rugosa K.M.C. Bragantia 10: 61-66.
- MENDES, A.J.T. 1941. Cytological observations in Coffea VI. Embryo and endosperm development in Coffea arabica L. Am. J. Bot. 28: 784-789.
- _____ 1950. Observações citológicas em Coffea XV. Microsporogênese em Coffea arabica L. Bragantia 10:79-87.

- MENDES, A.J.T. 1951. Plantas monossômicas em Coffea arabica L. Ciência e Cultura III:26.
- _____ 1952. Mutação cromossômica em Coffea. Ciência e Cultura IV: 108.
- _____ 1954. Monosomics in Coffea arabica L. Caryologia, Vol. suppl.:1095.
- _____ 1955. Observações citológicas em Coffea XIX. Monossomicos. Bragantia 14:137-140.
- _____ & BACCHI, O. 1940. Os grãos "moca" de café. Rev. Inst. Café 27:996-999.
- _____ & _____ 1940. Observações citológicas em Coffea V. Uma variedade haplóide (di-haplóide) de C. arabica L. J. de Agr. (Piracicaba) 3:183-206.
- _____, MEDINA, D.M. & CONAGIN, C.H.T.M. 1954. Citologia do desenvolvimento dos frutos sem sementes no café 'Mundo Novo'. Bragantia 13:257-229.
- MENDES, E.J. & RIJO, L. 1951. A new interpretation for "cytomixis". Port. Acta Biol. (A)3:211-218.
- RICK, C.M. & BARTON, D.W. 1954. Cytological and genetical identification of the primary trisomics of the tomato. Genetics 39:640-666.
- SYBENGA, J. 1960. Genética y citología del café. Una revisión de literatura. Turrialba 10:85-137.
- WILLIAMS, W. 1963. Principios de genética y mejora de las plantas. Editorial Acribia, Zaragoza. España.

QUADRO 3.- Contagem de grãos de pólen abortado em plantas de duas linhagens do café 'Mundo Novo'

NÚMERO DA PLANTA	CROMOSSOMOS		Pólen		
	Nº	PLOIDIA	grãos analisados	grãos abortados	
			Nº	Nº	%
LCP 379 - 19					
424	44	2 n	500	73	14,6
425	"	"	500	50	10,0
615	"	"	496	68	13,6
LMP 376 - 4					
78	44	2 n	500	42	8,4
79	"	"	501	88	17,4
661	"	"	507	54	10,6
1377	44	2 n	500	100	20,0
1411	"	"	500	70	14,0
1438	"	"	500	40	8,0
1439	"	"	500	25	5,0
1457	"	"	500	62	12,4
1378	44	2n (meiose irreg.)	500	110	22,0
1419	"	"	500	41	8,2
1422	"	"	500	72	14,4
1442	"	"	525	140	26,7
1451	"	"	500	49	9,8

QUADRO 3.- Continuação

NÚMERO DA PLANTA	CROMOSSOMOS		Pólen		
	Nº	PLOIDIA	grãos analisados	grãos abortados	%
1371	44	2n(del.hom.)	500	72	14,4
1420	44	2n(del.het.)	500	216	43,2
1375	44	2n - 1 + 1	500	169	33,8
1383	45	2n + 1	500	49	9,8
1415	"	"	500	88	17,6
1423	"	"	500	100	20,0
1408	46	2n + 2	500	58	11,6
1429	"	"	500	77	15,3
1449	"	"	500	42	10,2
1458	"	"	511	68	13,2
1369	43	2n - 1	500	101	20,2
1379	"	"	520	192	35,2
1401	"	"	500	99	19,8
1434	"	"	500	69	13,8
1459	"	"	507	103	20,3

QUADRO 3.- Continuação

NÚMERO DA PLANTA	CROMOSSOMOS		Pólen		
	Nº	PLOIDIA	grãos analisados	grãos abortados	
			Nº	Nº	%
1382	43	2n - 1	500	256	51,2
1410	"	"	500	89	17,6
1426	"	"	516	381	73,9
1436	"	"	400	180	65,0
1461	"	"	511	112	20,7
1395	43	2n - 1	500	140	28,0
1403	43	2n - 1	500	93	18,6
1437	43	2n - 1	474	386	81,4
1446	43	2n - 1	516	79	15,3
1464	43	2n - 1	500	49	9,8
1391	43	2n - 1	-	-	-
1400	42	2n - 1 - 1	500	123	24,6

QUADRO 4.- Café "Mundo Novo": porcentagem dos tipos de loja em frutos bi- e triloculares em cem frutos por planta

NÚMERO DA PLANTA	CROMOSSOMOS		Frutos de ovários biloculares						Frutos de ovários triloculares										
	Nº	PLOIDIA	quas lojas desenvolvidas "chato"			uma loja desenvolvida "moca"			três lojas desenvolvidas "de 3"										
			2 e*	1e + lp*	2 p	1 e + 0	1 p + 0	3 e	2e + lp	1e + lp	3 p	%	%	%					
Linhagem CP 379 - 19																			
424	44	2 n	57,0	21,0	1,0	19,0	2,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
425	"	"	81,0	5,0	1,0	11,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
614	"	"	79,0	6,0	0,0	14,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
728	"	"	73,0	6,0	1,0	18,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
729	"	"	66,0	9,0	0,0	21,0	2,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Linhagem MP 376 - 4																			
78	44	2 n	70,0	7,0	1,0	17,0	2,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
79	"	"	75,0	6,0	0,0	16,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
660	"	"	78,0	3,0	0,0	18,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
661	"	"	75,0	12,0	2,0	8,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
891	"	"	62,0	5,0	0,0	31,0	2,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

(*) e = endosperma; p = perisperma.

QUADRO 4.- Continuação

NÚMERO DA PLANTA	CROMOSSOMOS	Frutos de ovários biloculares						Frutos de ovários triloculares		
		duas lojas desenvolvidas "chato"			uma loja desenvolvida da "moca"			três lojas desenvolvidas "de 3"		
		2 e	1e + 1p	2 p	1 e + 0	1 p + 0	3 e	2e + 1p	1 e + 1p	3 p
Nº	PLOIDIA	%	%	%	%	%	%	%	%	
1374	2 n	85,0	3,0	0,0	8,0	0,0	4,0	0,0	0,0	0,0
1377	"	87,0	2,0	0,0	8,0	0,0	3,0	0,0	0,0	0,0
1399	"	77,0	5,0	0,0	13,0	0,0	5,0	0,0	0,0	0,0
1405	"	80,0	2,0	1,0	15,0	1,0	1,0	0,0	0,0	0,0
1430	"	64,0	13,0	1,0	21,0	0,0	1,0	0,0	0,0	0,0
1445	"	57,0	12,0	1,0	26,0	1,0	3,0	0,0	0,0	0,0
1457	"	75,0	7,0	3,0	10,0	2,0	3,0	0,0	0,0	0,0
1378	2n (m.irreg.)	45,0	5,0	0,0	50,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1411	"	76,0	10,0	0,0	14,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1419	"	58,0	22,0	1,0	19,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1422	"	31,0	31,0	9,0	24,0	5,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1442	"	40,0	23,0	4,0	23,0	10,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1451	"	65,0	10,0	2,0	19,0	2,0	2,0	0,0	0,0	0,0
1465	"	44,0	20,0	3,0	32,0	0,0	1,0	0,0	0,0	0,0

QUADRO 4.- Continuação

NÚMERO DA PLANTA	CROMOSSOMOS		Frutos de ovários biloculares						Frutos de ovários triloculares			
	Nº	Ploidia	duas lojas desenvolvidas "chato"			uma loja desenvolvida "moca"			três lojas desenvolvidas "de 3"			
			2 e	1e + 1p	2 p	1 e + 0	1 p + 0	3 e	2e + 1p	1e + 1p	3 p	
			%	%	%	%	%	%	%	%	%	
1371	44	2n (del. homoz.)	83,0	1,0	1,0	15,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1420	44	2n (del. heter.)	12,0	16,0	4,0	56,0	5,0	0,0	0,0	1,0	6,0	0,0
1375	44	2n - 1 + 1	52,0	14,0	3,0	31,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1383	45	2n + 1	65,0	7,0	0,0	26,0	1,0	0,0	0,0	1,0	0,0	0,0
1415	"	"	53,0	5,0	2,0	37,0	3,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1423	"	"	78,0	2,0	0,0	17,0	1,0	2,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1408	46	2n + 2	90,0	6,0	1,0	3,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1429	"	"	35,0	13,0	0,0	45,0	4,0	2,0	0,0	0,0	1,0	0,0
1449	"	"	65,0	18,0	7,0	8,0	2,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1458	"	"	65,0	10,0	2,0	21,0	2,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

QUADRO 5.- Café 'Mundo Novo': análise das lojas de cem frutos, quanto à presença e à ausência de endosperma

NÚMERO DA PLANTA	CROMOSSOMOS		Lojas						TOTAL
	NP	Ploidia	com endosperma		sem endosperma		TOTAL		
			normal	"concha"	com perisperma	com não desenvolvidas			
		%	%	%	%	%	%		
Linhagem CP 379 - 19									
424	44	2 n	70,5	6,5	12,5	10,5	200		
425	"	"	89,1	2,0	3,5	5,4	202		
614	"	"	82,0	7,0	3,5	7,5	200		
728	"	"	83,7	2,0	5,4	8,9	202		
729	"	"	80,7	1,5	6,4	11,4	202		
Linhagem MP 376 - 4									
78	44	"	79,8	5,4	5,4	9,4	203		
79	"	"	76,7	11,4	3,5	8,4	202		
660	"	"	85,6	4,0	1,5	8,9	201		
661	"	"	66,5	21,7	7,9	3,9	203		
891	"	"	78,5	1,5	3,5	16,5	200		

QUADRO 5.- Continuação

NÚMERO DA PLANTA	CROMOSSOMOS		Lojas				TOTAL
	Nº	Ploidia	com endosperma		sem endosperma		
			normal	"concha"	com perisperma	não desenvolvidas	
			%	%	%	%	
1374	44	2 n	93,1	1,5	1,5	3,9	204
1377	"	"	91,1	4,0	1,0	3,9	203
1399	"	"	84,4	6,8	2,4	6,4	205
1405	"	"	84,5	5,0	2,5	8,0	201
1430	"	"	79,6	2,5	7,5	10,4	201
1445	"	"	73,4	5,9	7,4	13,3	203
1457	"	"	75,9	10,8	7,4	5,9	203
1378	44	2n (meiose irreg.)	63,5	9,0	2,5	25,0	200
1411	"	"	83,0	5,0	5,0	7,0	200
1419	"	"	76,0	2,5	12,0	9,5	200
1422	"	"	51,0	7,5	27,0	14,5	200
1442	"	"	56,0	7,0	20,5	16,5	200
1451	"	"	61,9	19,8	7,9	10,4	202
1465	"	"	62,7	8,5	12,9	15,9	201

QUADRO 5.- Continuação

NÚMERO DA PLANTA	CROMOSSOMOS		Folhas					TOTAL	
	Nº	Ploidia	com endosperma		sem endosperma		%		
			normal	"concha"	com perisperma	não desenvolvidas			
									normal
normal	"concha"	com	não	perisperma	desenvolvidas	normal	"concha"	com	não
1371	44	2n (del. homoz.)	89,5	1,5	1,5	7,5	200		
1420	44	2n (del. heter.)	49,3	1,0	20,3	29,4	207		
1375	44	2n - 1 + 1	74,5	0,0	10,0	15,5	200		
1383	45	2n + 1	79,6	2,5	4,5	13,4	201		
1415	"	"	70,5	3,5	6,0	20,0	200		
1423	"	"	9,9	79,7	1,5	8,9	202		
1408	46	2n + 2	86,5	8,0	4,0	1,5	200		
1429	"	"	43,3	23,2	9,4	24,1	203		
1449	"	"	78,0	0,0	17,0	5,0	200		
1458	"	"	74,0	6,5	8,0	11,5	200		

QUADRO 5.- Continuação

NÚMERO DA PLANTA	CROMOSSOMOS		Lojas						TOTAL
	Nº	Ploidia	com endosperma		sem endosperma com perisperma	sem endosperma não desenvolvidas	%		
			normal	"concha"					
			%	%	%	%	%		
1369	43	2n - 1	80,6	0,5	8,9	10,0		201	
1380	"	"	82,1	1,5	5,0	11,4		201	
1407	"	"	84,1	0,5	3,5	11,9		201	
1434	"	"	82,6	4,5	5,0	7,9		201	
1444	"	"	78,7	1,0	6,9	12,4		202	
1459	"	"	76,1	1,0	7,5	15,4		201	
1382	43	2n - 1	81,5	0,0	2,5	16,0		200	
1410	"	"	72,0	1,0	8,5	18,5		200	
1428	"	"	76,5	1,0	8,5	14,0		200	
1436	"	"	86,0	0,0	5,0	9,0		200	
1461	"	"	70,0	2,0	9,0	19,0		200	
1395	43	2n - 1	85,5	1,0	4,0	9,5		200	
1403	"	"	60,9	0,0	9,9	29,2		202	
1437	"	"	54,1	1,0	8,7	36,2		207	
1446	"	"	57,9	6,9	10,4	24,8		202	
1464	"	"	70,0	6,3	5,3	18,4		207	
1391	"	"	58,5	0,0	11,5	30,0		200	
1400	42	2n - 1 - 1	77,8	0,5	4,4	17,3		203	

QUADRO 6. - Peso de frutos de plantas de duas linhagens de café Mundo Novo: análise do peso unitário e de cem frutos por planta

NÚMERO DA PLANTA	CROMOSSOMOS		FRUTOS												Peso total		
	Nº	Ploidia	Amostra A (25 frutos maiores)				Amostra B (50 frutos médios)				Amostra C (25 frutos menores)						
			Peso da amostra		Peso unit.	Peso da amostra		Peso unit.	Peso da amostra		Peso unit.	Peso da amostra		Peso unit.			
g	%	g	g	%	g	%	g	%	g	%	g	%	g	%			
Linhagem CP 379 - 19																	
424	44	2 n	40,91	33,9	1,64	59,79	49,6	1,20	19,92	16,5	0,80	120,62					
425	"	"	40,98	33,1	1,64	56,55	45,7	1,13	26,23	21,2	1,04	123,76					
614	"	"	40,28	33,6	1,61	59,56	49,7	1,19	20,09	16,7	0,80	119,93					
728	"	"	36,10	31,8	1,44	57,31	50,5	1,15	20,10	17,7	0,80	113,51					
729	"	"	37,47	32,1	1,50	60,83	52,1	1,22	18,36	15,8	0,73	116,66					
Linhagem MP 376 - 4																	
78	44	2 n	41,72	33,5	1,67	62,09	49,9	1,24	20,59	16,6	0,82	124,40					
660	"	"	43,37	32,4	1,73	69,09	51,7	1,38	21,27	15,9	0,85	133,73					
661	"	"	44,39	34,5	1,77	65,52	50,9	1,31	18,80	14,6	0,75	128,71					
891	"	"	36,96	33,9	1,48	54,33	49,8	1,08	17,76	16,3	0,71	109,05					
1118	"	"	37,65	31,4	1,51	60,16	50,2	1,20	21,94	18,4	0,88	119,75					

QUADRO 6.- Continuação

NÚMERO DA PLANTA	CROMOSSOMOS		FRUTOS												Peso total		
			Amostra A (25 frutos maiores)				Amostra B (50 frutos médios)				Amostra C (25 frutos menores)						
			Nº	Ploidia	Peso da amostra g	%	Peso unit. g	Peso da amostra g	%	Peso unit. g	Peso da amostra g	%	Peso unit. g	Peso da amostra g		%	Peso unit. g
1374	44	2 n	33,96	32,1	1,36	53,68	50,8	1,07	18,10	17,1	0,72	105,74	18,10	17,1	0,72	105,74	
1377	"	"	36,49	31,3	1,46	58,28	50,0	1,16	21,86	18,7	0,87	116,63	21,86	18,7	0,87	116,63	
1399	"	"	39,35	32,7	1,57	61,06	50,8	1,22	19,81	16,5	0,79	120,22	19,81	16,5	0,79	120,22	
1405	"	"	37,08	32,4	1,48	56,98	49,8	1,14	20,47	17,8	0,82	114,53	20,47	17,8	0,82	114,53	
1430	"	"	34,28	32,8	1,37	53,47	51,2	1,07	16,61	16,0	0,66	104,36	16,61	16,0	0,66	104,36	
1432	"	"	34,16	33,9	1,37	51,75	51,4	1,04	14,81	14,7	0,59	100,72	14,81	14,7	0,59	100,72	
1457	"	"	47,13	31,6	1,88	75,43	50,6	1,51	26,64	17,8	1,07	149,20	26,64	17,8	1,07	149,20	
1378	44	2n(m.irreg.)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1419	"	"	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1422	"	"	34,39	34,5	1,39	47,10	49,1	0,94	15,21	15,4	0,61	96,10	15,21	15,4	0,61	96,10	
1442	"	"	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1451	"	"	28,92	34,5	1,16	42,30	50,4	0,85	12,64	15,1	0,50	83,86	12,64	15,1	0,50	83,86	
1465	"	"	31,95	33,6	1,27	47,21	49,6	0,94	15,99	16,8	0,64	95,15	15,99	16,8	0,64	95,15	

QUADRO 6.- Continuação

NÚMERO DA PLANTA	CROMOSSOMOS		FRUTOS												Peso total
			Amostra A (25 frutos maiores)				Amostra B (50 frutos médios)				Amostra C (25 frutos menores)				
			Nº	Ploidia	Peso da amostra g	%	Peso unit. g	Peso da amostra g	%	Peso unit. g	Peso da amostra g	%	Peso unit. g	Peso da amostra g	
1371	44	2n (del.romoz.)	40,01	32,7	1,60	60,44	49,3	1,21	22,05	18,0	0,88	122,50			
1420	44	2n (del.het.)	30,40	35,7	1,22	41,56	48,8	0,83	13,17	15,5	0,53	85,13			
1375	44	2n - 1+1	34,75	34,7	1,39	49,49	49,5	0,98	15,59	16,6	0,62	99,83			
1383	45	2n + 1	41,20	32,6	1,65	64,55	51,1	1,29	20,64	16,3	0,82	126,39			
1415	"	"	29,72	34,3	1,19	42,97	49,6	0,86	14,02	16,1	0,56	86,71			
1423	"	"	50,29	32,4	2,01	78,21	50,5	1,56	26,49	17,1	1,06	154,99			
1408	46	2n + 2	34,42	32,7	1,38	53,04	50,4	1,06	17,72	16,9	0,71	105,18			
1429	"	"	39,87	36,4	1,59	54,00	49,3	1,08	15,61	14,3	0,62	109,48			
1449	"	"	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
1458	"	"	35,08	34,0	1,40	50,31	48,8	1,00	17,81	17,2	0,71	103,20			

QUADRO 6.- Continuação

NÚMERO DA PLANTA	CROMOSSOMOS		FRUTOS												
	Nº	PLOIDIA	Amostra A (25 frutos maiores)				Amostra B (50 frutos médios)				Amostra C (25 frutos menores)				Peso total
			Peso da amostra g	%	Peso unit. g		Peso da amostra g	%	Peso unit. g		Peso da amostra g	%	Peso unit. g		
1395	43	2n - 1	36,67	35,7	1,47	45,50	44,3	0,91	20,54	20,0	0,82	102,71			
1403	43	2n - 1	34,73	34,0	1,39	50,83	43,8	1,01	16,68	16,2	0,67	102,24			
1437	43	2n - 1	31,63	36,7	1,26	41,11	47,8	0,82	13,41	15,5	0,54	86,15			
1446	43	2n - 1	23,20	37,3	0,93	29,21	47,0	0,58	9,75	15,7	0,39	62,16			
1464	43	2n - 1	27,76	33,9	1,11	40,94	50,0	0,82	13,13	16,1	0,52	81,83			
1391	43	2n - 1	38,16	32,9	1,52	58,52	50,5	1,17	19,29	16,6	0,77	115,97			
1400	42	2n - 1 - 1	38,16	32,9	1,52	58,52	50,5	1,17	19,29	16,6	0,77	115,97			

QUADRO 8 - Progenie de duas linhagens do café 'Mundo Novo'. Tamanho e forma do fruto e conformação da semente em plantas de diferentes ploidias.

Ploidia	Fruto									Semente	
	Grande			Médio			Pequeno			Forma reg.	Forma irreg.
	A	I	B	A	I	B	A	I	B		
controle.....		+			+					+	
normais.....		+			+					+	
2n(m.irreg.).....					+			+	+	+	+
2n(del. hom.)											
1371.....	+									+	
2n(del. het.)											
1420.....								+			+
2n + 1 - 1											
1375.....		-			-			-		-	-
2n + 1											
1383.....		+									+
1415.....					+						+
1423.....			+								++
2n + 2											
1408.....					+						+
1429.....					+						+
1449.....					+						+
1458.....					+				+		
2n - 1											
tipo "1369"..			+							+	
tipo "1461"..				+			+	+		+	
1395.....								+		+	
1403.....					+					+	
1437.....					+						+
1446.....									+		+
1464.....					+						+
1391.....		-			-			-		-	-
2n - 1 - 1											
1400.....		+								+	

(A= alongado; I= intermediário; B= achatado)

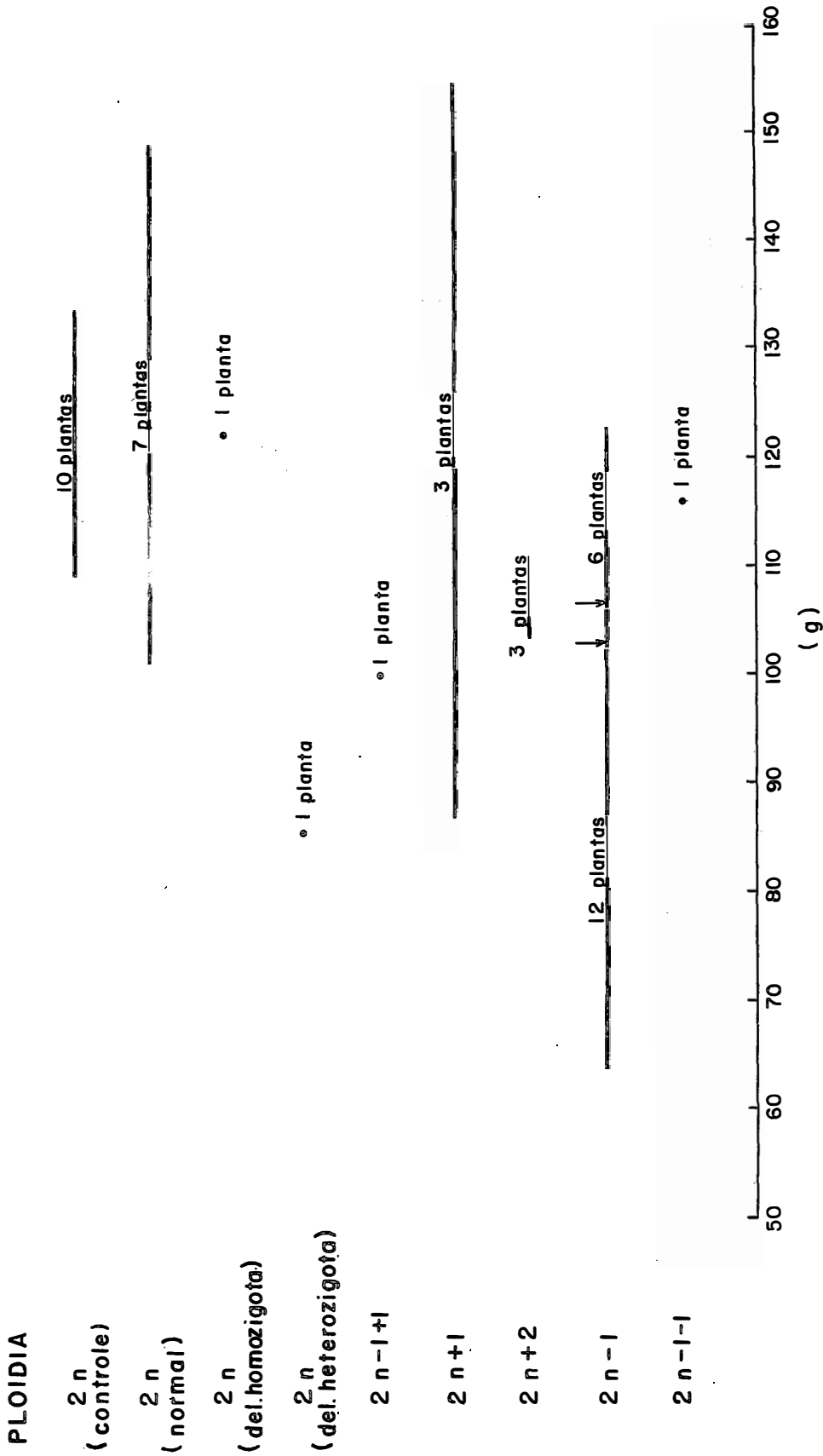


Gráfico 1. Amplitude de variação do peso total de 100 frutos provenientes de plantas normais, com deleções e aneuploídes de duas linhagens de café "Mundo Novo"

LEGENDAS DAS FIGURAS 1 a 5

HÁBITO

1 - Porte

Alto - A

Médio - B

Baixo - C

2 - Haste Central

Unicaule - A

Pluricaule - B

3 - Comprimento dos ramos laterais

Longo - A

Médio - B

Curto - C

4 - Disposição dos ramos laterais

Horizontal - A

Ascendente - B

Descendente - C

5 - Ramificação lateral secundária

Abundante em todo ramo - A

Abundante só na extremidade - B

Escassa - C

6 - Internódios

Mais longo - A

Longo - B

Curto - C

Mais curto - D

7 - Espessura dos ramos laterais

Finos - A

Grossos - B

8 - Disposição das folhas no ramo

Em 1 plano - A

Em + planos - B

9 - Disposição das folhas no espaço

Opostas - A

Pendentes - B

FOLHA

10 - Cor

Verde mais escuro - A

Verde escuro - B

Verde claro - C

11 - Espessura

Fina - A

Grossa - B

12 - Tamanho

Grande - A

Médio - B

Pequeno - C

Mais pequeno - D

13 - Forma

Arredondada - A

Alongada - B

Mais alongada - C

Muitíssimo alongada - D

14 - Rugosidade

Ausente - A

Presente - B

15 - Heterofilia

Ausente - A

Presente - B

16 - Ângulo da base

Obtuso - A

Reto - B

Agudo - C

Mais agudo - D

Muitíssimo agudo - E

17 - Margem

Ondulada - A

Lisa - B

18 - Comportamento das folhas novas

Plana - A

Enrolada - B

Dobrada - C

19 - Ápice

Destacado - A

Não destacado - B

FRUTO

20 - Tamanho

Grande - A

Alongado - B

Médio - C

Curto - D

Pequeno - E

21 - Disco

Desenvolvido - A

Não desenvolvido - B

22 - Frutificação

Excelente - A

Boa - B

Baixa - C

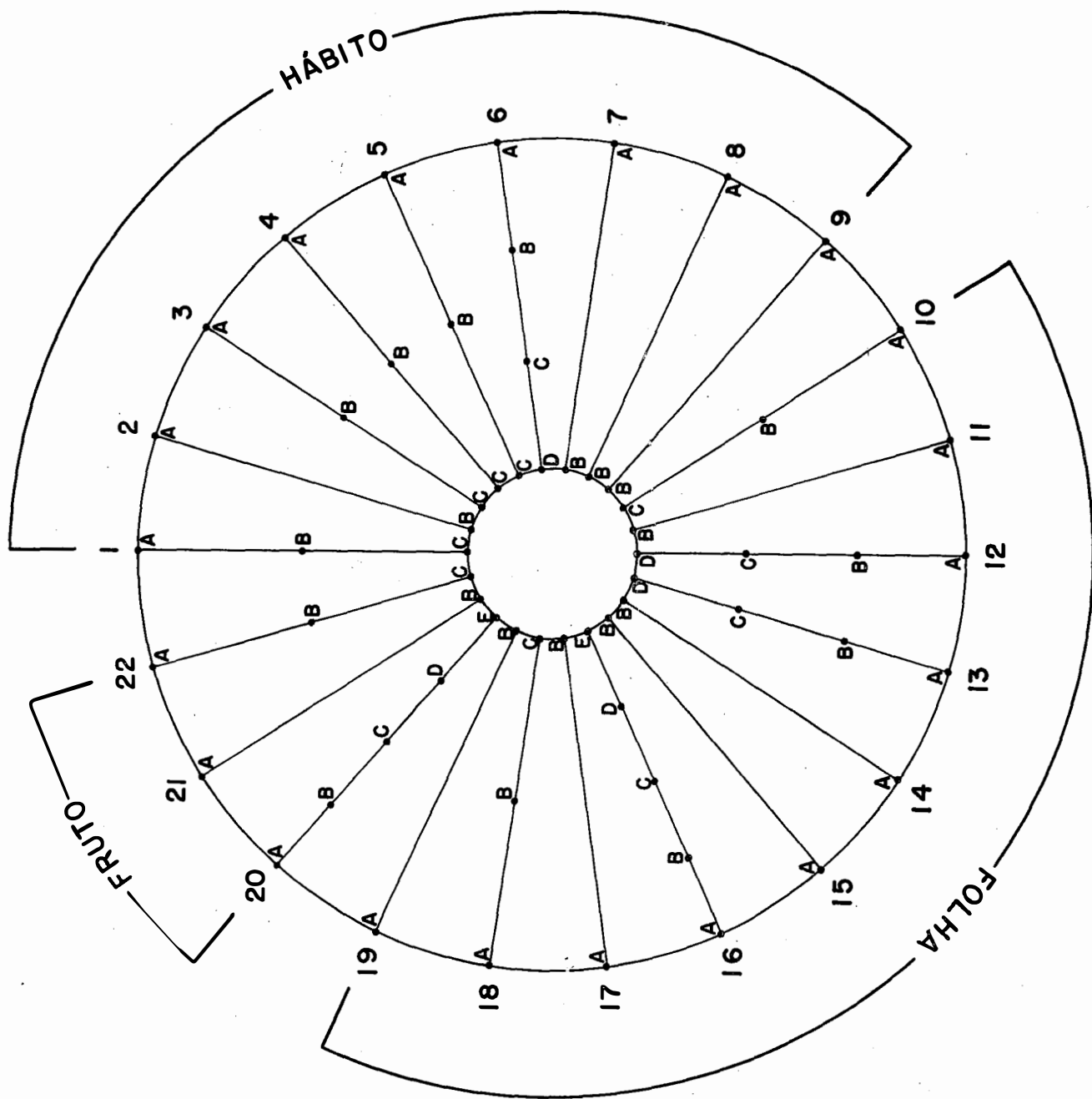


Figura 1 - Modo de construção dos gráficos poligonais utilizados na interpretação de diferentes morfologias exibidas por plantas do café "Mundo Novo".

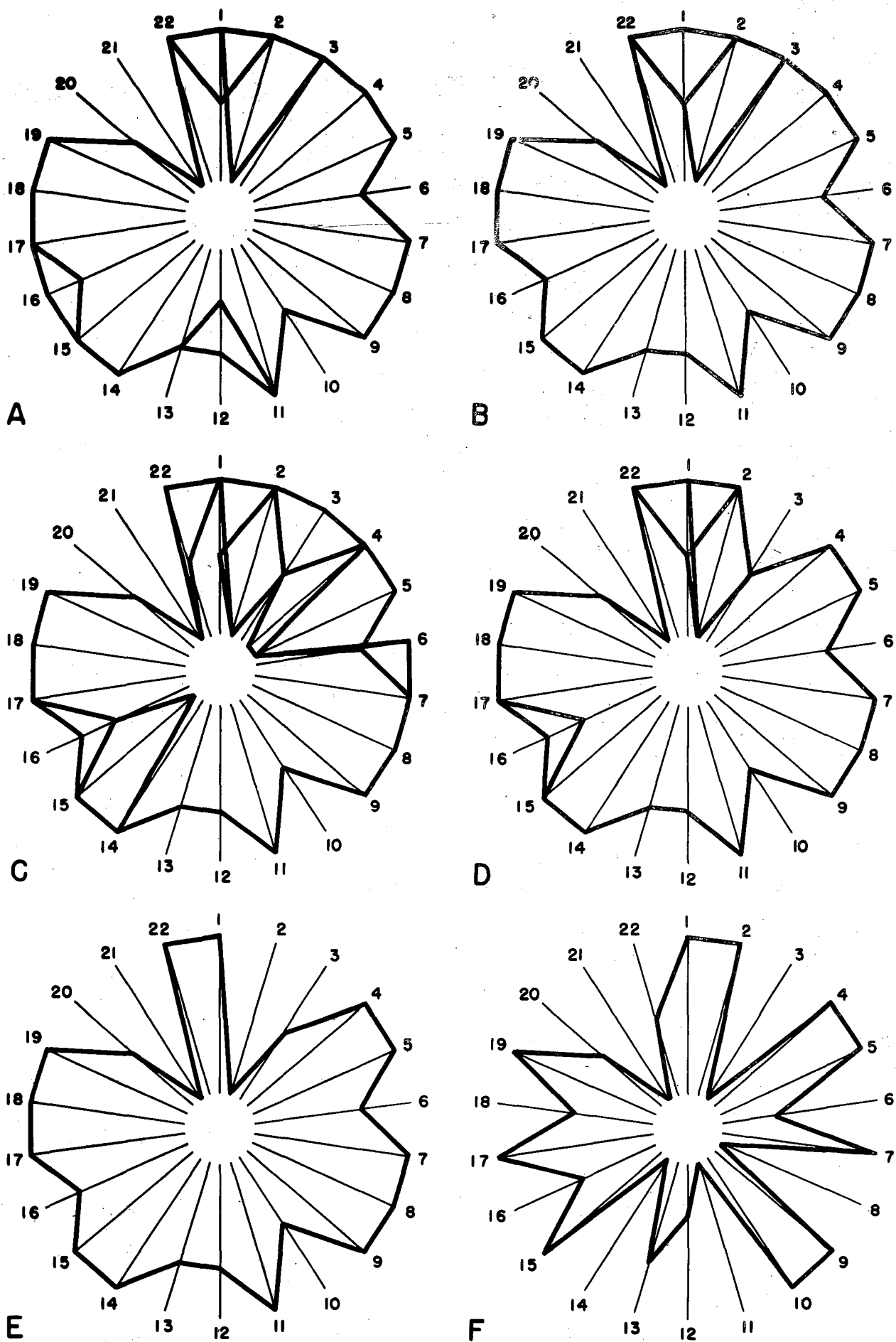


Figura 2 - Gráficos poligonais de plantas normais (2n), A-B-Linhagens CP 379-19 (5 plantas) e MP 376-4 (5 plantas), testemunha; C - Progenie da LCP 379-19 (7 plantas); D - Progenie da LMP 376-4 (20 plantas); E-F - Pl. 1465, morfologia normal e Pl. 1378, com morfologia diferente do normal; ambas com meiose irregular.

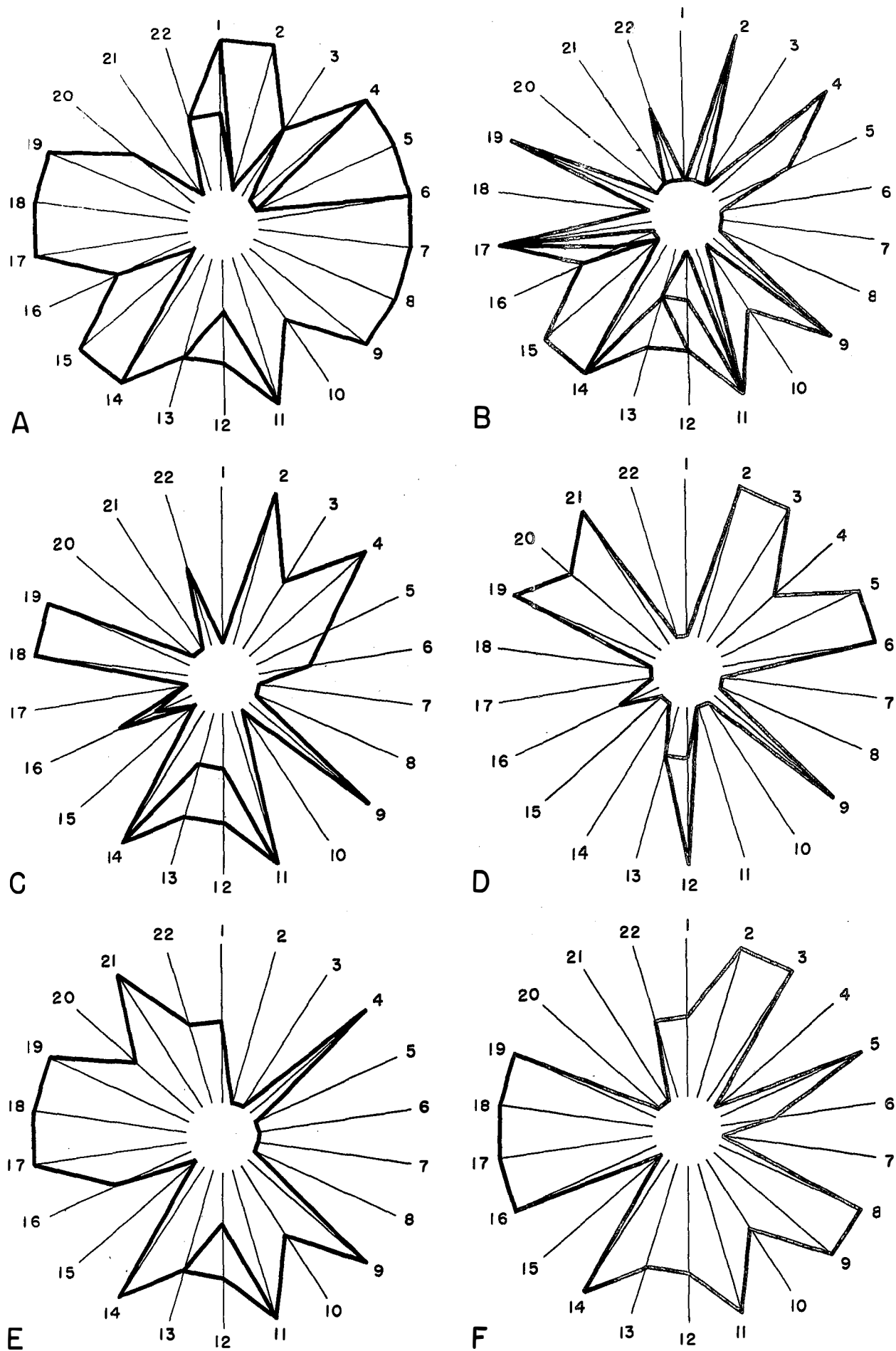


Figura 3 - Gráficos poligonais de plantas monossômicas ($2n-1$). A - tipo "1369" (15 plantas); B - tipo "1461" (9 plantas); C - P1. 1395; D - P1. 1403; E - P1. 1437; F - P1. 1446.

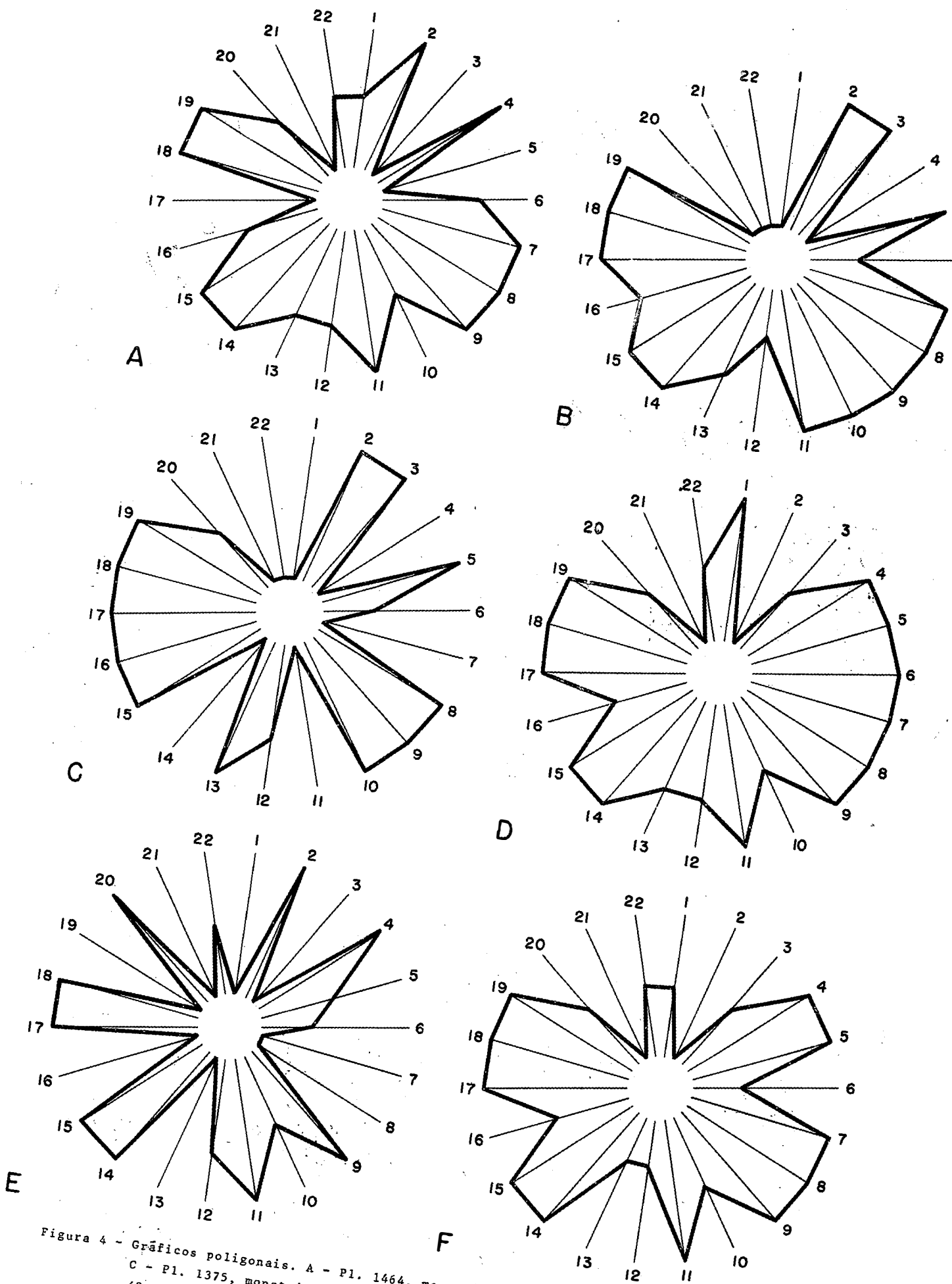


Figura 4 - Gráficos poligonais. A - Pl. 1464, monossômica ($2n-1$); B Pl. 1391, ídem; C - Pl. 1375, monotrisômica ($2n+1$); D - Pl. 1400, duplomonosômica ($2n-1-1$); E - Pl. 1371 ($2n$) com deleção heterozigota; F - Pl. 1420 ($2n$) com deleção homozigota.

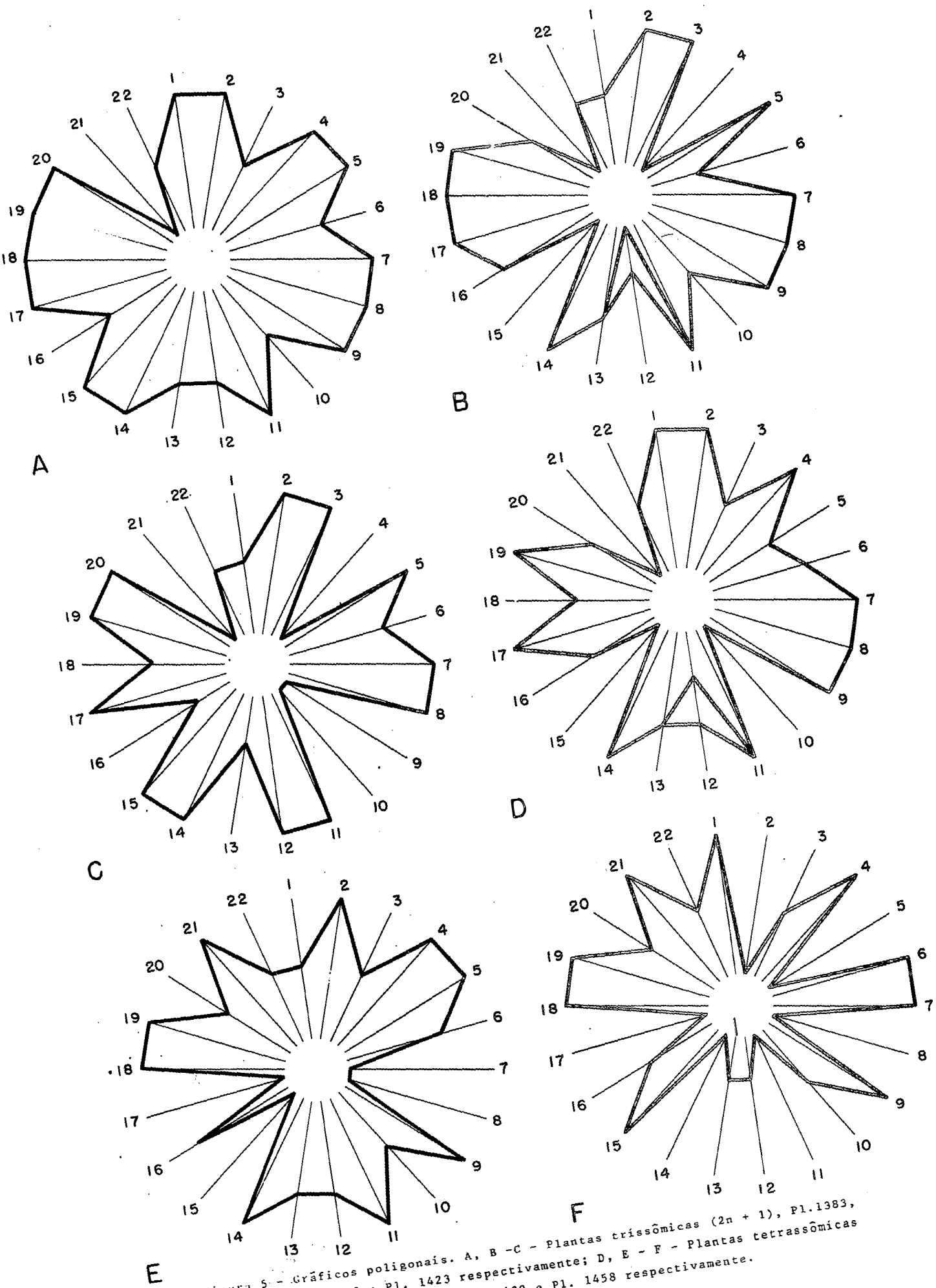


Figura 5 - Gráficos poligonais. A, B - C - Plantas trissômicas ($2n + 1$), Pl. 1383, Pl. 1415 e Pl. 1423 respectivamente; D, E - F - Plantas tetrassômicas ($2n + 2$), Pl. 1408, Pl. 1429 e Pl. 1458 respectivamente.

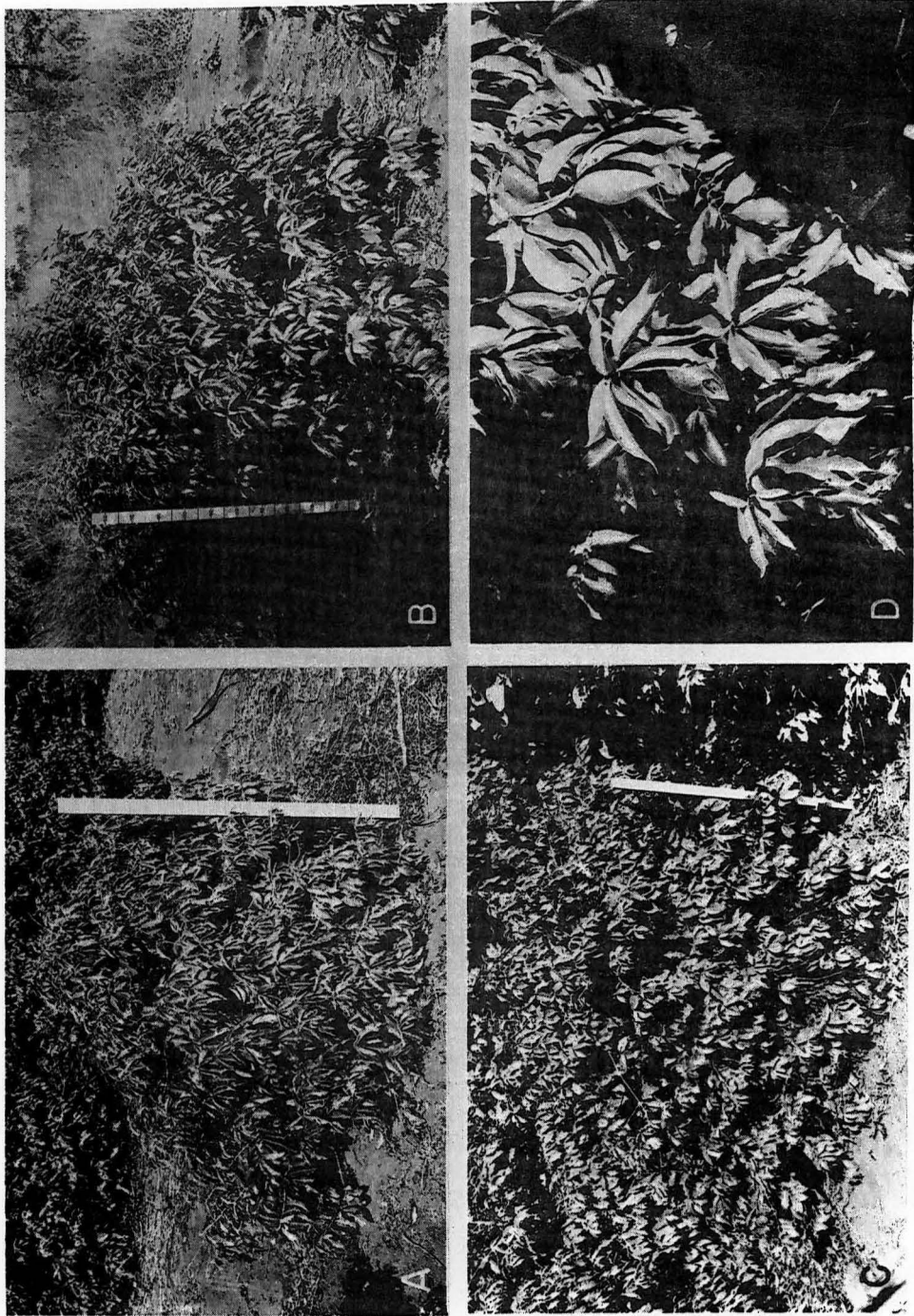


Figura 6. Plantas aneuploides do café 'Mundo Novo'. A, B - C - Plantas de porte baixo, pls. 1461 e 1403 ($2n - 1$) e pl. 1375 ($2n - 1 + 1$) respectivamente; D - Detalhe do ramo da pl. 1403 mostrando as folhas opostas cruzadas.

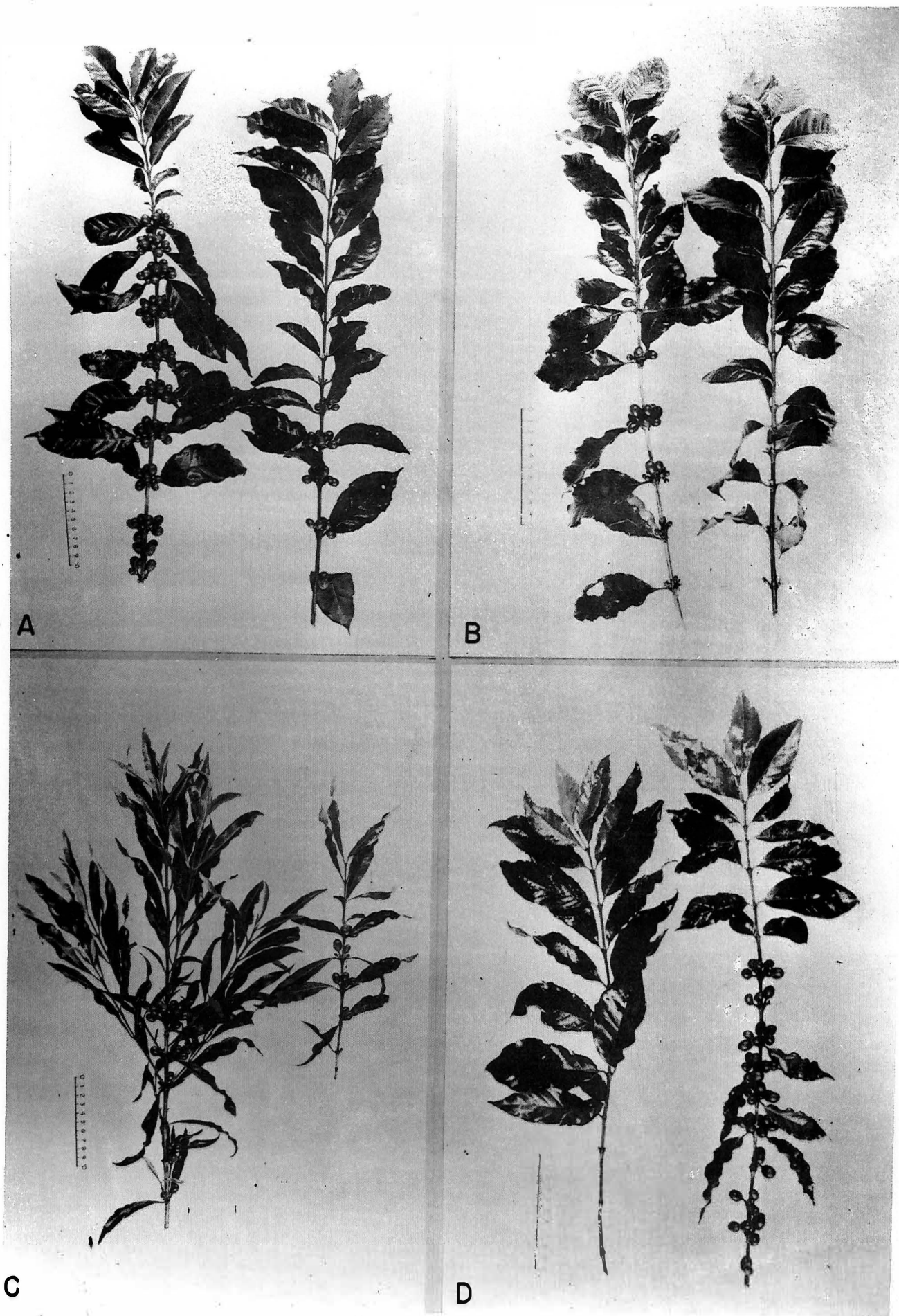


Figura 7. Ramos de plantas dissômicas do café 'Mundo Novo'. A - pl. 1405, normal; B - pl. 1378, fenótipo diferente do normal e meiose irregular; C - pl. 1371, com deleção homozigota; D - pl. 1420, com deleção heterozigota.

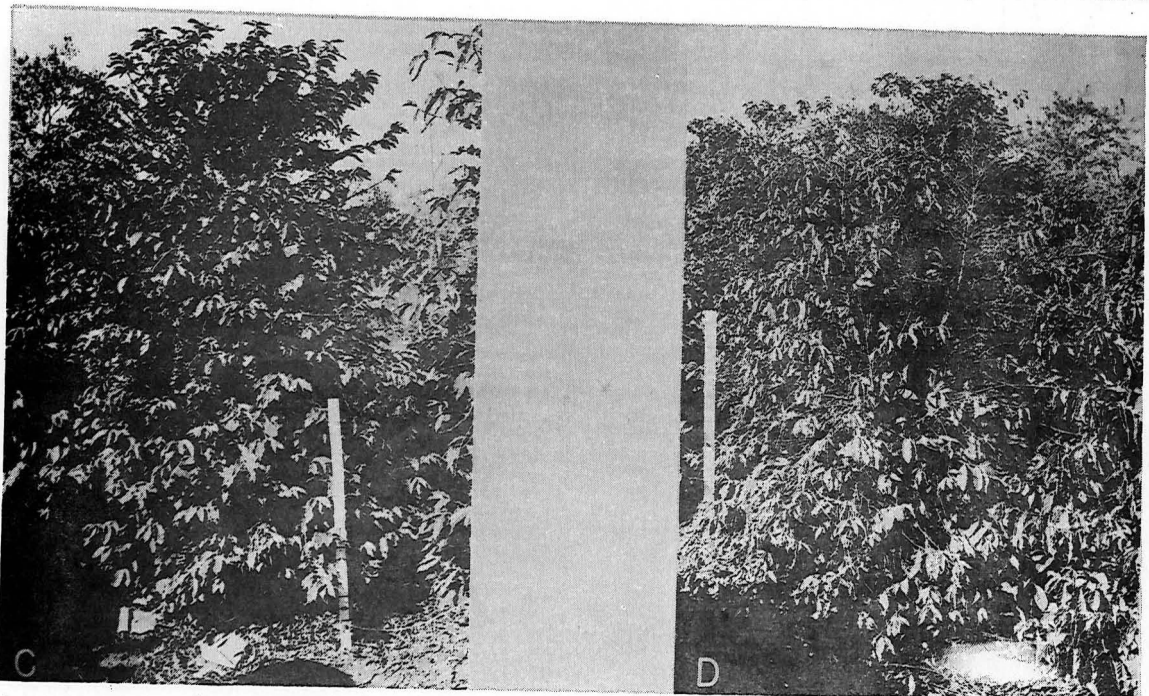
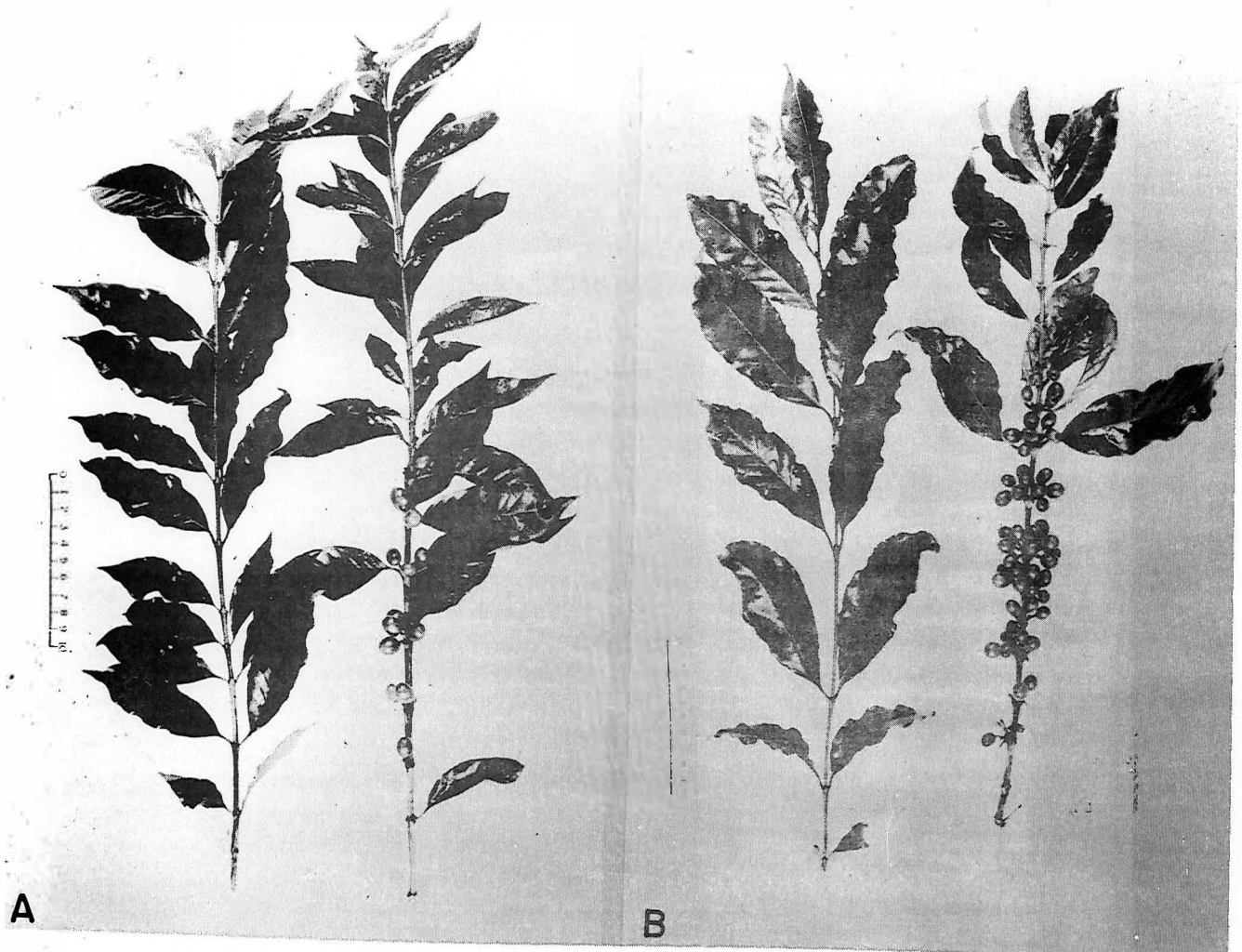


Figura 8. A - B - Ramos de plantas aneuplóides do café 'Mundo Novo', pl. 1429 ($2n + 2$) e 1400 ($2n - 1 - 1$), respectivamente; C - D - Plantas de porte alto, pl. 1405, normal ($2n$) e pl. 1369 ($2n - 1$).

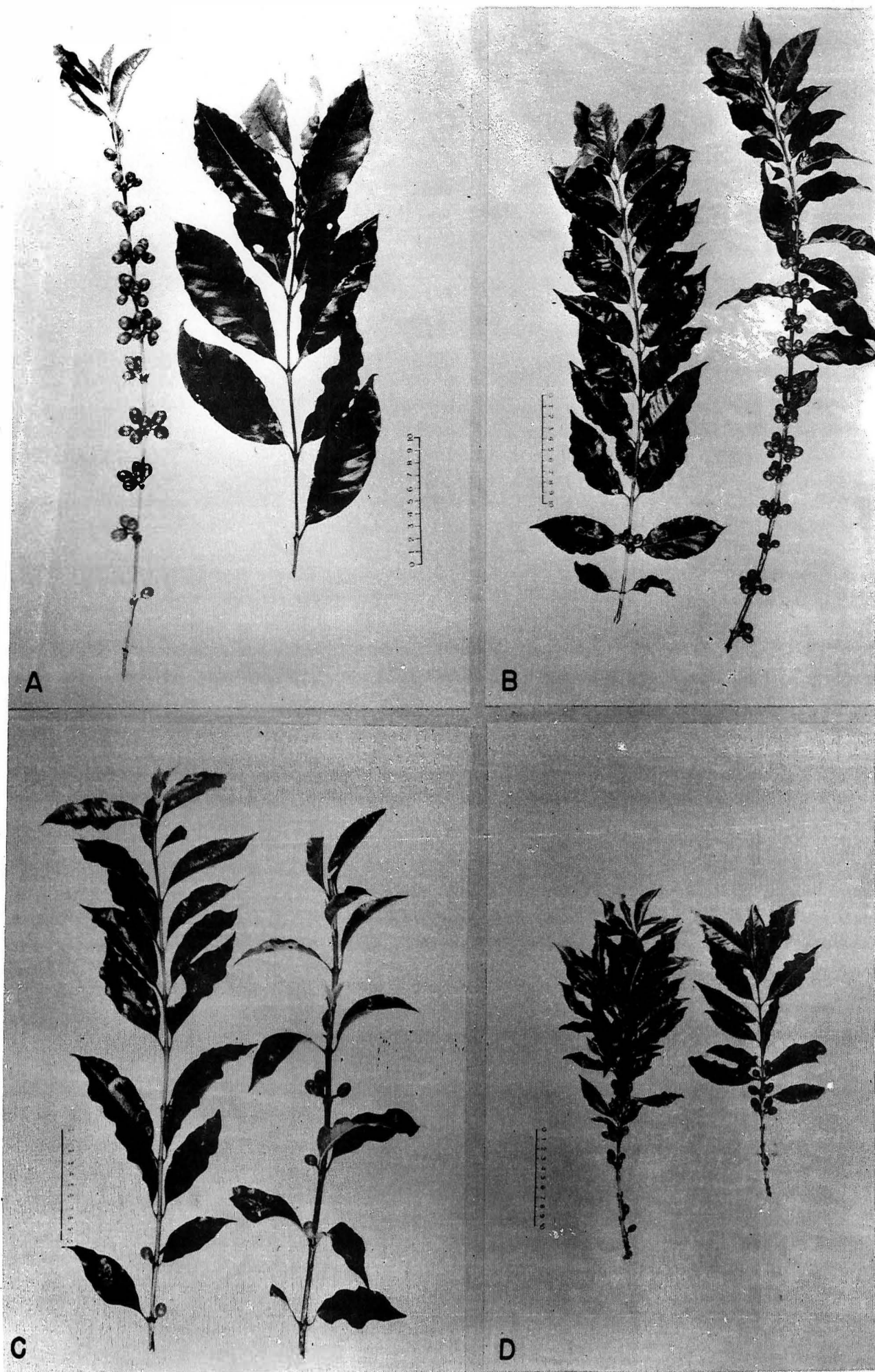


Figura 9. Ramos de plantas monossômicas do café 'Mundo Novo'. A - pl. 1369; B - pl. 1446; C - pl. 1403; D - pl. 1410.

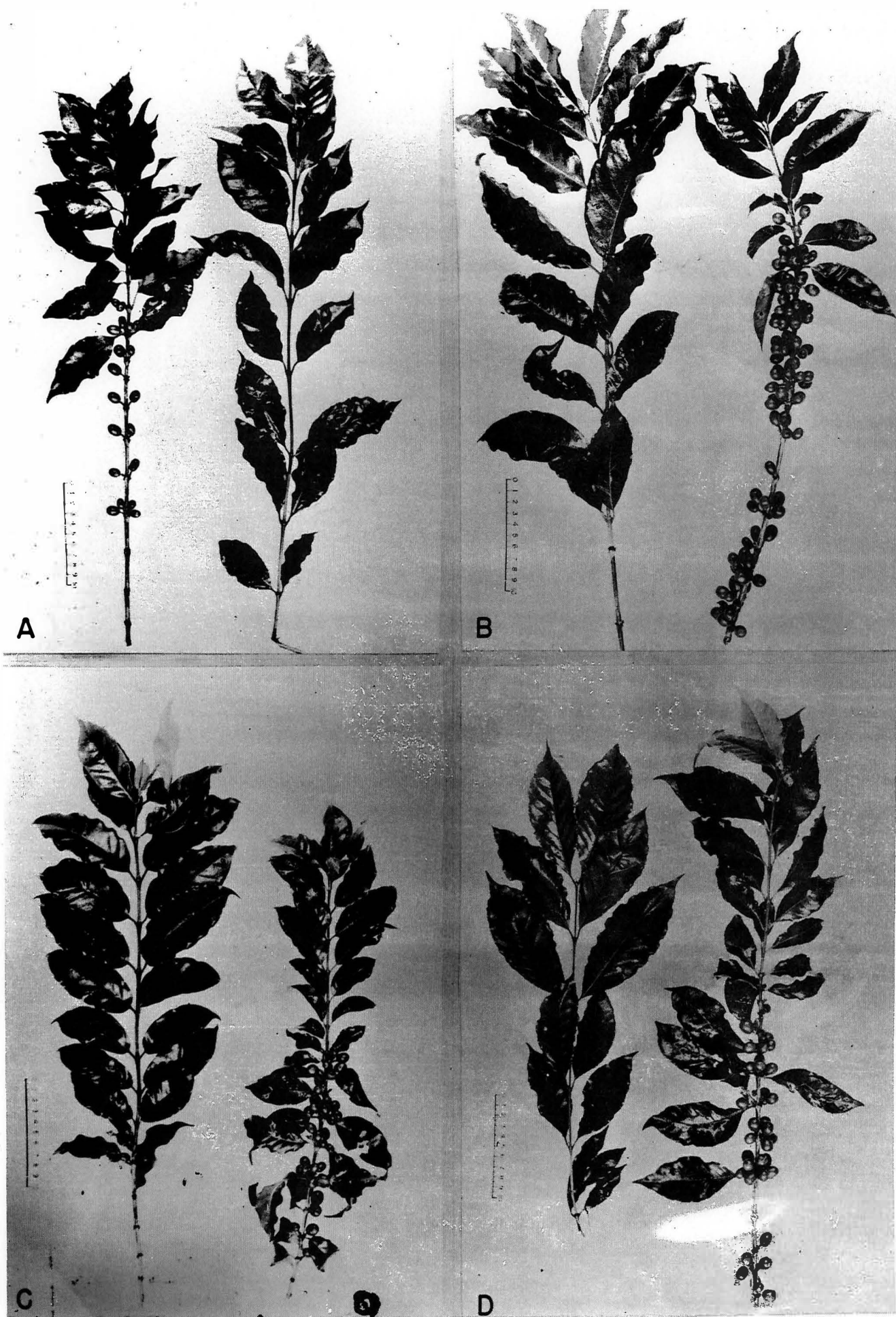


Figura 10. Ramos de plantas aneuplóides do café 'Mundo Novo'. A - pl. 1375 ($2n - 1 + 1$); B - pl. 1383 ($2n + 1$); C - pl. 1415 ($2n + 1$); D - pl. 1423 ($2n + 1$).

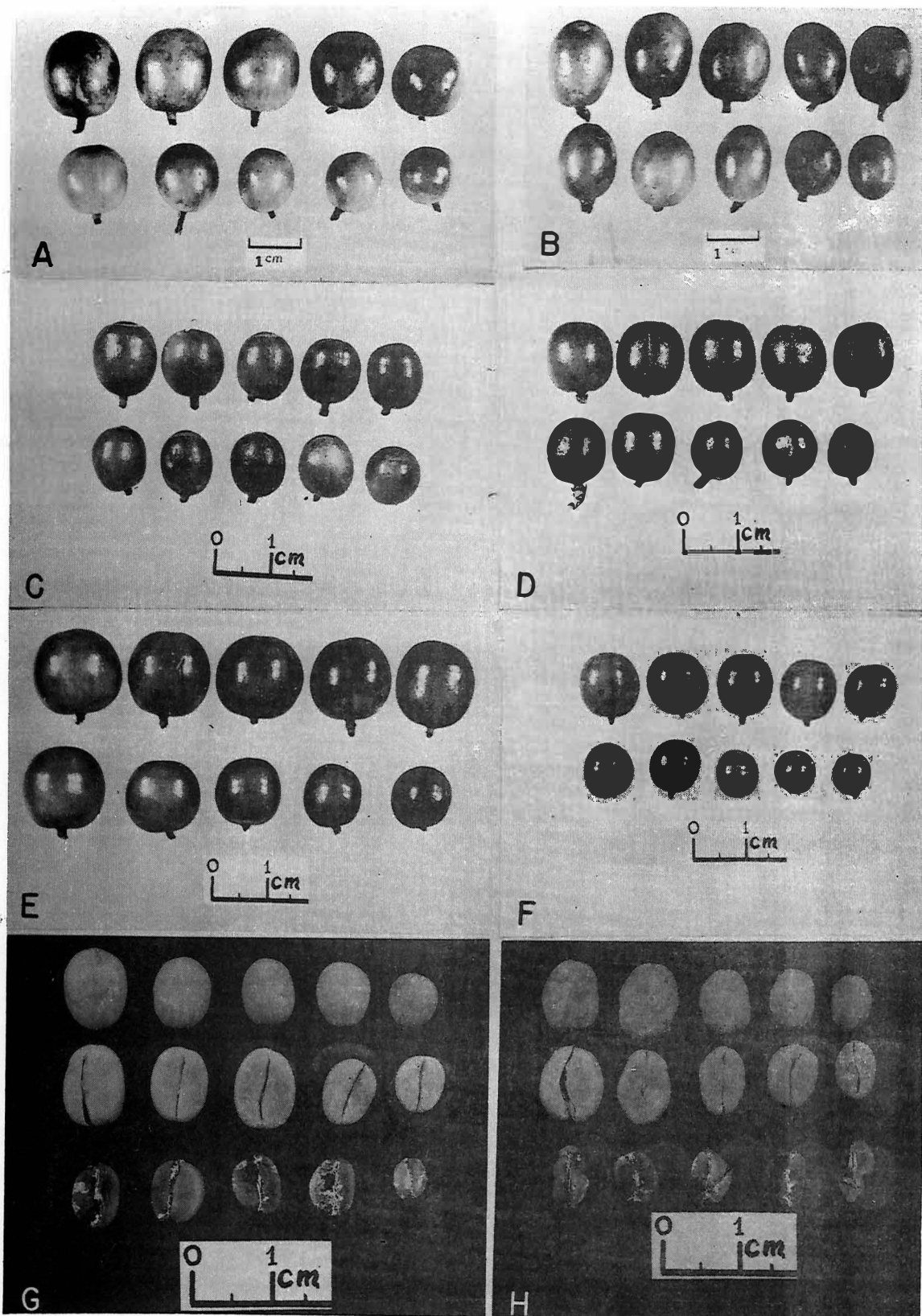


Figura 11. Frutos e sementes de plantas do café 'Mundo Novo'. A - F - pl. 1405, normal ($2n$); pl. 1371 ($2n$); com deleção homozigota; pl. 1437 ($2n - 1$), mostrando disco desenvolvido; pl. 1426 ($2n - 1$), pl. 1423 ($2n + 1$); pl. 1446 ($2n - 1$); G - pl. 1405, normal ($2n$) semente bem formada; H - pl. 1415 ($2n + 1$) semente mal formada.

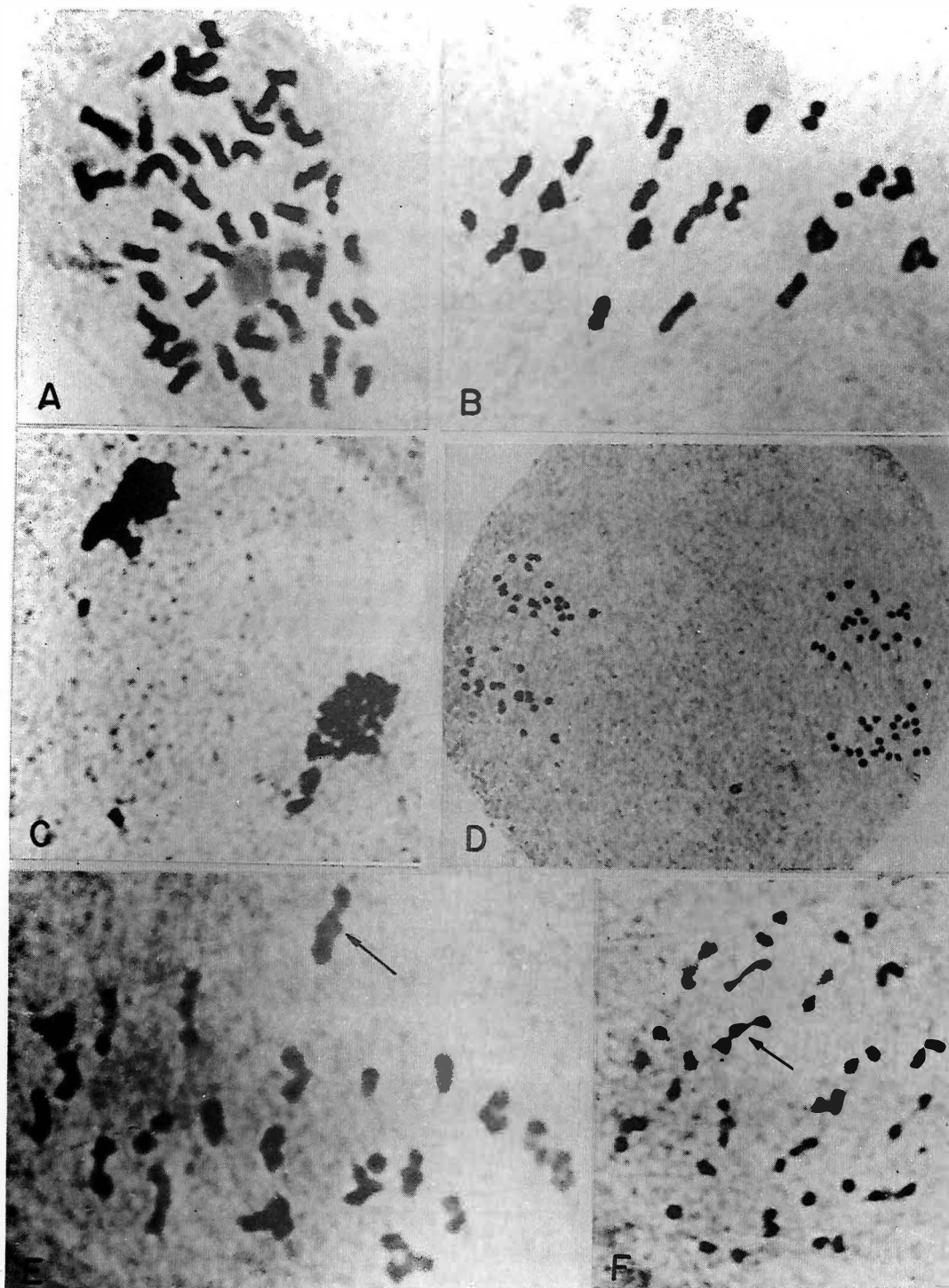


Figura 12. Citologia em progênies do café 'Mundo Novo'. A - pl. 1378 ($2n$, meiose irregular), prometáfase mitótica em célula do tapete da antera, com 44 cromossomos; B - idem, metáfase I com $21_{II} + 2_I$; C - idem, telófase I com "laggards"; D - idem, anáfase II com separação $23 - 23, 21 - 21$; E - pl. 1415 ($2n + 1$), metáfase I com $21_{II} + 1_{III}$; F - pl. 1423 ($2n + 1$), meta-anáfase I com 1_{III} .

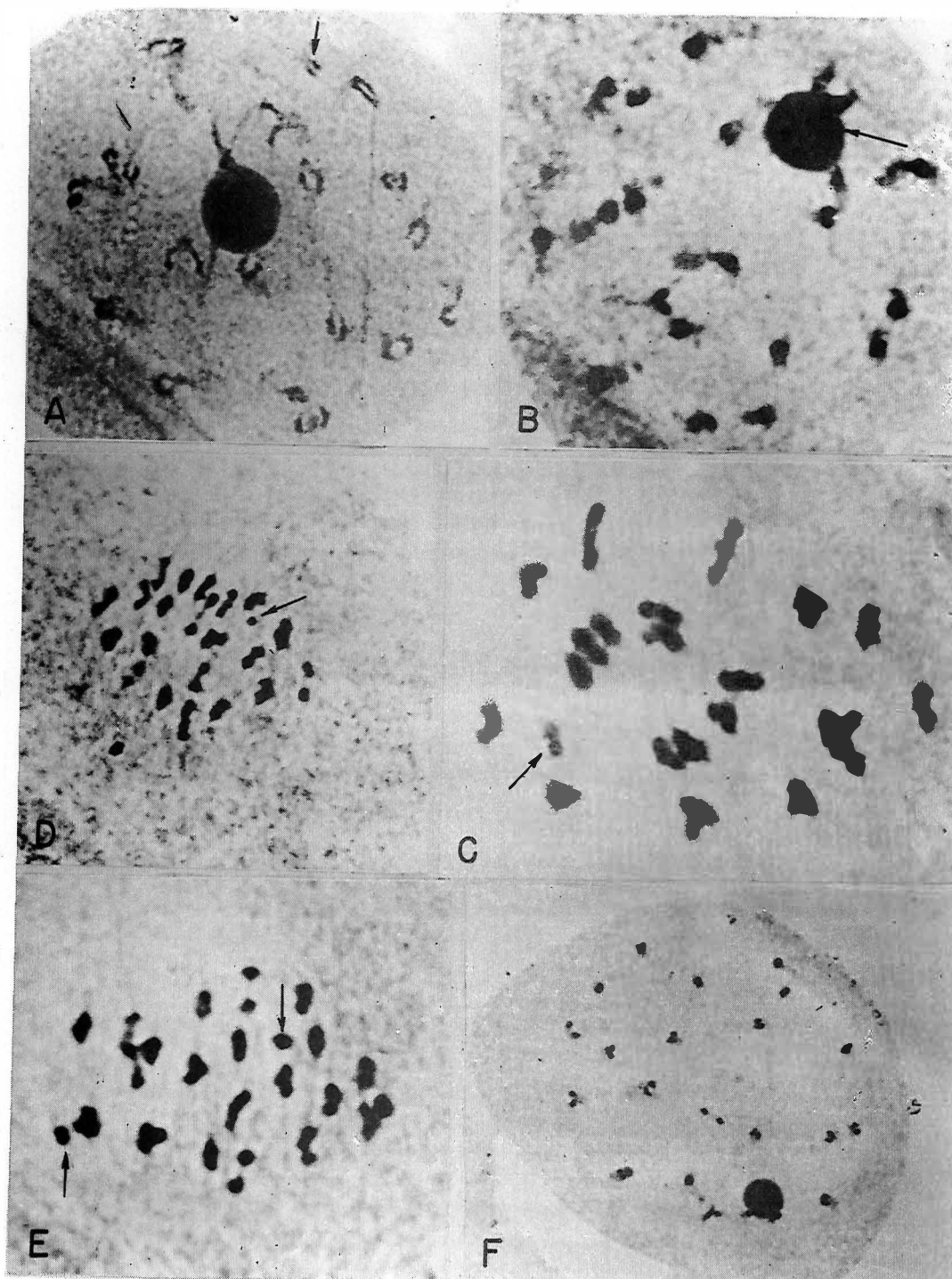


Figura 13. Citologia em progênies do café 'Mundo Novo'. A - pl. 1371 ($2n$, deleção homozigota), diacinese inicial com 1_{II} de menor tamanho; B - idem, diacinese com 21_{II} e 2_I pequenos; C - idem, metáfase I com 21_{II} normais + 1_{II} menor; D - pl. 1420 ($2n$, deleção heterozigota), metáfase I com 21_{II} + 1_I + 1 fragmento; E - pl. 1375 ($2n + 1 - 1$), metáfase I com 21_{II} + 2_I ; F - pl. 1464 ($2n - 1$), diacinese com 21_{II} + 1_I ligado ao nucléolo.

Apêndice

LEGENDAS DOS QUADROS 1 e 2

HÁBITO

Porte

Alto - A

Médio - B

Baixo - C

Haste Central

Unicaule - A

Pluricaule - B

Comprimento dos ramos laterais

Longo - A

Médio - B

Curto - C

Disposição dos ramos laterais

Horizontal - A

Ascendente - B

Descendente - C

Ramificação lateral secundária

Abundante em todo ramo - A

Abundante só na extremidade - B

Escassa - C

Internódios

Mais longo - A

Longo - B

Curto - C

Mais curto - D

Espessura dos ramos laterais

Fino - A

Grosso - B

Disposição das fôlhas no ramo

Em 1 plano - A

Em + planos - B

Disposição das fôlhas no espaço

Opostas - A

Pendentes - B

FÔLHA

Cor

Verde mais escuro - A

Verde escuro - B

Verde claro - C

Espessura

Fina - A

Grossa - B

Tamanho

Grande - A

Médio - B

Pequeno - C

Mais pequeno - D

Forma

Arredondada - A

Alongada - B

Mais alongada - C

Muitíssimo alongada - D

Rugosidade

Ausente - A

Presente - B

Heterofilia

Ausente - A

Presente - B

Ângulo da base

Obtuso - A

Reto - B

Agudo - C

Mais agudo - D

Muitíssimo agudo - E

Margem

Ondulada - A

Lisa - B

Comportamento das folhas novas

Planas - A

Enroladas - B

Dobradas - C

Ápice

Destacado - A

Não destacado - B

FRUTO

Tamanho

Grande - A

Alongado - B

Médio - C

Curto - D

Pequeno - E

Disco

Desenvolvido - A

Não desenvolvido - B

Frutificação

Excelente - A

Boa - B

Baixa - C

