

OBSERVAÇÕES CITOLÓGICAS EM CITRUS

IV. Números de cromosômios na sub-família *Aurantioideae* com referência especial ao gênero *Citrus* (*).

C. A. Krug (**)

INTRODUÇÃO

A sub-família *Aurantioideae* constitue uma das importantes subdivisões das *Rutaceae*, compreendendo, segundo Swingle (26), que elaborou um novo arranjo taxonômico para este grupo, um total de 2 tribus, 6 subtribus, 33 gêneros, 201 espécies e 15 variedades. Compõe-se de tipos que demonstram uma grande variabilidade nos caracteres morfológicos e fisiológicos, variando desde formas xerofíticas, como *Eremocitrus glauca* (Lindl.) Swingle, que vegeta em estado selvagem nos desertos da Austrália, possuindo folhas estreitas, pequenas e lineares, até formas bem adaptadas às zonas úmidas dos trópicos, como, por exemplo, as toranjas (*C. grandis* Osbeck), nativas na Malásia e na Polinésia; alguns possuem folhas simples, com asas de tamanho variável nos pecíolos, como, por exemplo, as espécies de *Citrus*; outros se caracterizam por folhas sempre-verdes e compostas, como *Feroniella lucida* Swingle; ainda outros as possuem trifoliadas e decíduas, como *Aegle marmelos* Correa. Os frutos variam desde pequenas bagas, encontradas em *Murræa exotica* L., a grandes hesperídeos, como as bem conhecidas toranjas (*Citrus grandis* Osbeck), que chegam a pesar mais de um kg.

Considerando a grande diversidade dos caracteres deste grupo, dever-se-ia esperar que a sua constituição citológica, principalmente no que diz respeito ao número de cromosômios, também variasse consideravelmente. Pelo contrário, este número se tem revelado relativamente constantè para todos os membros, até agora examinados, desta sub-família; o número básico para todos eles é de $x=9$, tendo a maioria das variedades cultivadas $2n=18$.

Strassburger (25) provavelmente foi o primeiro a efetuar investigações citológicas num dos representantes deste grupo, no gênero *Citrus*, concluindo que 8 deveria ser o número haplóide dos seus cromosômios; também Osawa (22) indica este número haplóide como o mais

(*) Tradução, ligeiramente ampliada, da publicação n.º 481 da Citrus Experiment Station, Riverside, Califórnia, cujo original se acha em Botanical Gazette 104 (4): 602-611, 1943.

(**) Investigação feita na Citrus Experiment Station, Riverside, Califórnia, quando o autor era detentor de uma bolsa de estudos oferecida pela John Simon Guggenheim Memorial Foundation, 1941.

provável para este gênero. Todos os outros investigadores, entretanto, principalmente Longley (15, 16), Frost (3-8) e Nakamura (18-20), concordam que 9 é o número básico para este grupo. A incapacidade de Strassburger e de Osawa, de determinar o número exato de cromosômios, deve ser atribuída à técnica defeituosa que utilizaram. Yarnell (33 b), entretanto, observou, às vezes, a associação de 2 ou mais pares de cromosômios em microsporocitos em metáfase, ou mesmo antes, atribuindo a este fato as contagens erradas daqueles dois autores. Com relação à morfologia dos cromosômios, poucas informações existem na literatura. Kandelaki (10), estudando várias espécies de *Citrus* e a *Fortunella margarita* (Lour.) Swingle, fez uma tentativa de classificar os cromosômios metafásicos da mitose somática em três grupos: um caracterizado por cromosômios que possuem dois braços de comprimentos diferentes, um segundo de braços quase iguais e um terceiro possuindo cromosômios apresentando satélites. Yarnell (33 a) também estudou a conformação dos cromosômios somáticos em pontas de raízes da variedade "Meyer" de limão, classificando-os em 7 tipos diferentes, de acordo com o tamanho, comprimento dos "braços" e posição do ponto de inserção do fuso. Das pesquisas efetuadas por vários outros investigadores, inclusive pelo autor do presente trabalho, deduz-se não haver mais dúvida de que, na maioria das espécies e gêneros desta sub-família até agora estudados, existem diferenças apreciáveis entre os seus cromosômios somáticos.

No presente trabalho relata-se o número de cromosômios de vários gêneros, espécies e variedades das *Aurantioideæ* ainda não determinadas anteriormente. O quadro I também inclui todas as determinações encontradas pelo autor na literatura consultada.

MATERIAL E MÉTODOS

As determinações que se seguem foram feitas em material colecionado na Citrus Experiment Station, Riverside, Califórnia, na primavera de 1941. A identificação correta deste material (com exclusão das variedades hortícolas) o autor deve à gentileza do dr. W. T. Swingle, ao qual submeteu material de herbário em Washington, D. C., em 1941. As contagens de cromosômios foram feitas em pontas de raízes obtidas de estacas plantadas, em areia, na estufa; as raízes foram fixadas em Crai (23) e desidratadas pelo método do álcool butílico terciário. As seções, cortadas na parafina, foram coloridas pela hematoxilina de Heidenhain. Algumas determinações também foram feitas em esfregaços de anteras novas, em carmim-acético.

Material não pertencente ao gênero *Citrus*. Contagens de cromosômios foram feitas nos seguintes gêneros:

1. *Clausena lansium* (Lour.) Skeels. (C.E.S. 1460, 7A-7-4; C.P.B. 2904) (*). Êste gênero, nativo na China do Sul, pertence à tribu *Clausenæ*, subtribu *Clauseninæ*, é constituído por árvores grandes, possuindo fôlhas compostas e pinadas; suas flores são brancas e produzidas em grandes panículas; os frutos são pequenos e arredondados. $2n=18$ (fig. 1).

2. *Atalantia citroides* Pierre ex Guill. (C.E.S. 1430, 7A-7-9; C.P.B. 7534). De acôrdo com Swingle, o material estudado também pode pertencer ao *A. monophylla*, pois, infelizmente, não existiam flores que teriam facultado uma identificação específica exata. O gênero *Atalantia* é um dos gêneros da tribu *Citreæ*, subtribu *Citrinæ*, sendo caracterizado por fôlhas curtas, estreitas e grossas. $2n=18$ (fig. 2).

3. *Microcitrus* spp. (C.E.S. 1484, 7A-12-2; C.E.S. 1485, 7A-12-3; C.E.S. ?, 7A-14-4). Foram examinadas três espécies na Citrus Experiment Station, duas das quais estavam etiquetadas, como sendo, respectivamente, *M. australasica* var. *sanguinea* e *M. virgata*. A exatidão destas determinações específicas não pôde ser estabelecida. Tôdas elas possuem fôlhas pequenas, obtusas e ovais, e espinhos pontudos, bem característicos dêste gênero. $2n=18$ (figs. 3, 4).

4. *Afraegle gabonensis* (Swingle) Engler (C.E.S. 1432, 7A-8-8; C.P.B. 7516-A). Êste gênero pertence à tribu *Citreæ*, subtribu *Balsamocitrinæ*. O exemplar de Riverside é representado por uma árvore pequena, possuindo fôlhas semelhantes às do gênero *Citrus*, sendo, porém, levemente arroxeadas; os seus espinhos são compridos e duros; ao que parece, não floresce no clima da Califórnia. $2n=18$.

Material pertencente ao gênero *Citrus*. As seguintes espécies e variedades de *Citrus*, o grupo mais importante sob o ponto de vista econômico, também possuem $2n=18$:

1. *Citrus aurantifolia* Swingle:

*Lima Kusai (**) (C.E.S. 452, 3A-15-3);

Lima Mexicana — considerada como sendo a espécie "tipo" (C.E.S. 1710, 3A-14-3) (fig. 5);

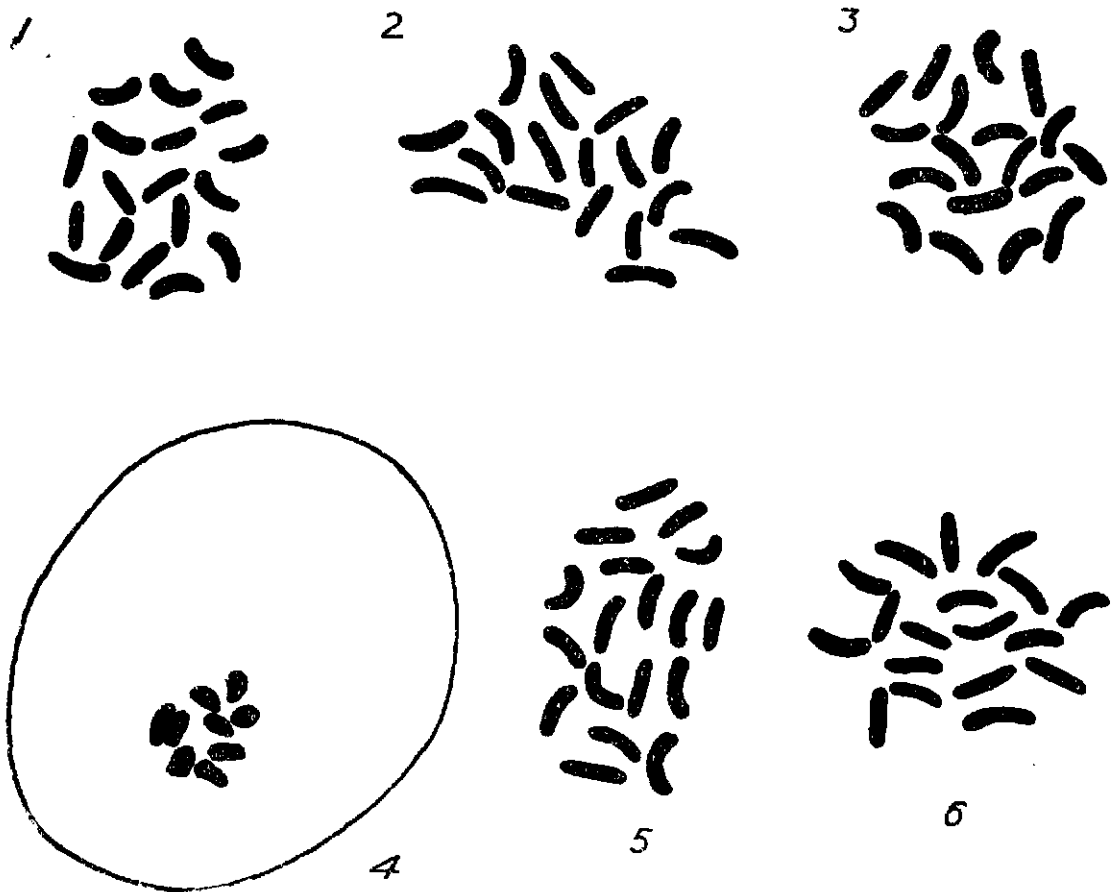
Lima doce da Palestina (C.E.S. 1482, S1A-6-13; C.P.B. 1158).

2. *C. celebica* Koord. var. *southwickii* (Wester) Swingle (C. E. S. 2453, 3A-36-2; C.P.B. 10125) (fig. 6).

(*) Número e localização na Citrus Experiment Station de Riverside (ns. do campo, da parcela, linha e árvore). C. P. B. e S. P. I. representam números do U. S. Department of Agriculture.

(**) Nesta publicação, inclusive no quadro I, os nomes específicos e sub-específicos não considerados válidos por Swingle (28) foram marcados com asteriscos à frente da palavra, o que também foi feito em todos os nomes de variedades hortícolas que, provavelmente, não foram aqui classificadas convenientemente por espécies. (Vide adenda por H. B. Frost, no fim do artigo).

3. *C. hystrix* DC. (C.E.S. 2454, 3A-37-1; C.P.B. 2881).
 4. *C. ichangensis* Swingle(*) (C.E.S. 2431, S1A-10-15; C.P.B. 954) (fig. 7).
 5. * *C. leocarpta* Hort. nov. var. (possivelmente uma forma de *C. tachibana* (Mak.) (Tan.) (C.E.S. 2448, 7A-8-6; C.P.B. 10280) (fig. 8).
 6. *C. limon* (L.) Burm. :
 Limão Lisboa (C.E.S. 584, S1A-4-4);
 *Limão Meyer (C.E.S. 601, S1A-5-15; S.P.I. 23028).
 7. *C. macroptera* Montr. (C.E.S. 432, 3A-38-1) (fig. 9).
 8. *C. medica* L. :
 Cidra filipina (C.E.S. 757, 3A-8-5) (fig. 10);



- Fig. 1 — *Clausena lansium* (Lour.) Skeels; cromosômios metafásicos. $2n=18$.
 Fig. 2 — *Atalantia citroides* Pierre ex Guill; cromosômios metafásicos. $2n=18$.
 Fig. 3 — *Microcitrus* sp. (possivelmente *australasica* var. *sanguinea*; cromosômios metafásicos. $2n=18$.
 Fig. 4 — *Microcitrus* sp. Primeira metafase da meiose. $n=9$.
 Fig. 5 — *Citrus aurantifolia* Swingle (Lima mexicana); cromosômios metafásicos. $2n=18$.
 Fig. 6 — *C. celebica* Koord. var. *southwickii* (Wester) Swingle; cromosômios metafásicos. $2n=18$.

(*) A determinação do número de cromosômios nesta espécie por Yarnell (33 d) só se tornou conhecida do autor depois da publicação do original deste artigo.

Cidra italiana (C.E.S. 128, 3B-2-5; S.P.I. 701);
Cidra indiana (C.E.S. 138B-3A-10-2).

9. * *C. Webberi*(*) Wester (C.E.S. 1455, 7A-9-4; C.P.B. 10026)
 (fig. 11).

Apesar das grandes diferenças nos seus caracteres morfológicos, e do fato de êstes gêneros e espécies das *Aurantioideæ* pertencerem a grupos de origens tão diversas, o mesmo número de cromosômios $2n = 18$ foi, pois, encontrado em todos êles.

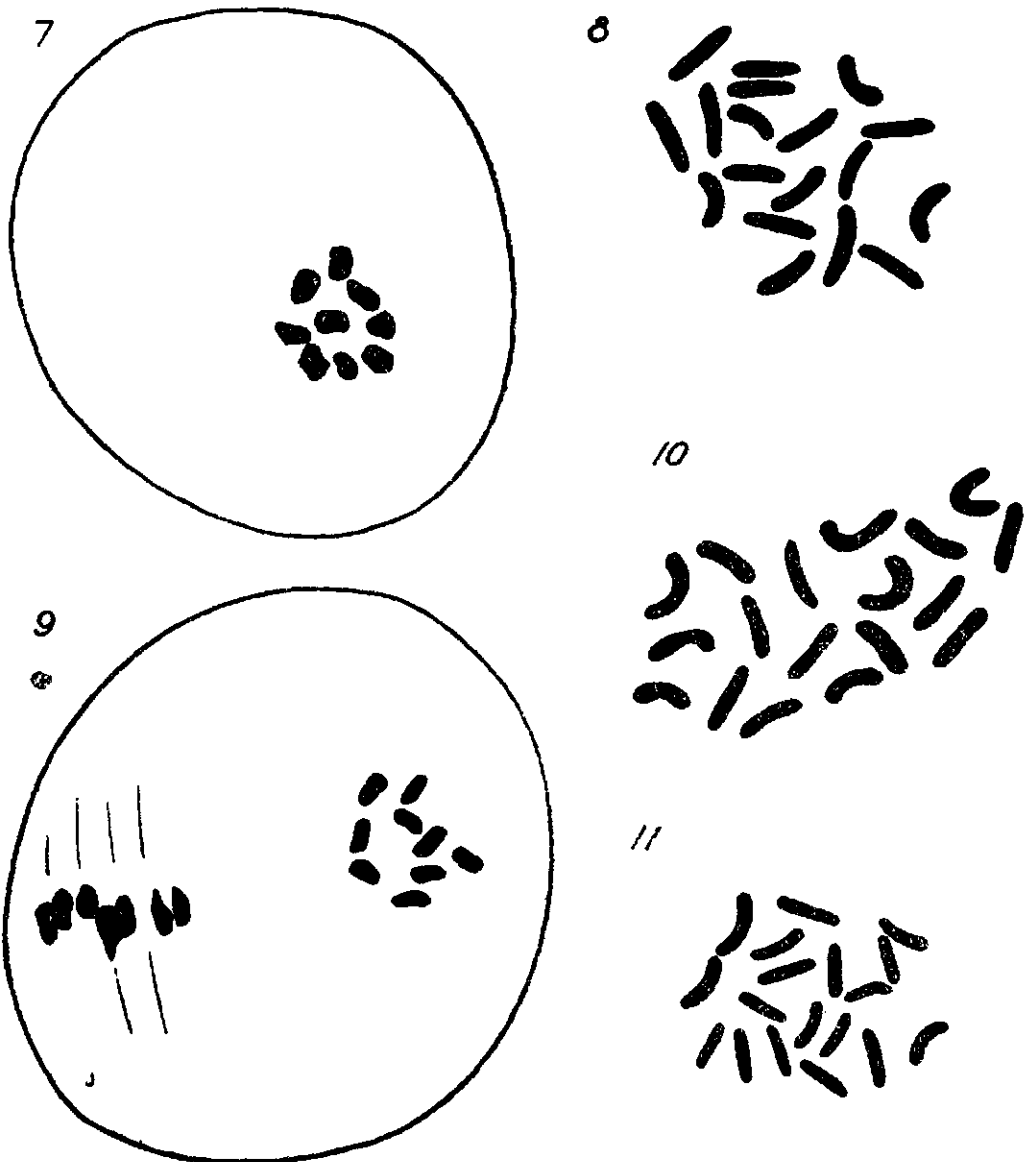


Fig. 7 — *C. ichangensis* Swingle. Primeira metáfase da meiose. $n = 9$.

Fig. 8 — **C. leiocarpa* Hort. var. nov. (*C. tachibana* ?); cromosômios metafásicos. $2n = 18$.

Fig. 9 — *C. macroptera* Montr. Segunda metáfase da meiose. $n = 9$.

Fig. 10 — *C. medica* L. (*Cidra filipina*). Cromosômios metafásicos. $2n = 18$.

Fig. 11 — **C. Webberi* Wester. Cromosômios metafásicos. $2n = 18$.

(*) A determinação do número de cromosômios nesta espécie por Yarnell (33 d) só se tornou conhecida do autor depois da publicação do original dêste trabalho.

QUADRO I

Números de cromossomos na sub-família das *Aurantioideæ*

| MATERIAL | N.º DE CROMOSSOMIOS | | AUTOR E ANO |
|--|---------------------|-----------|--|
| | Gaméticos | Somáticos | |
| Tribu 1: Clauseneae | | | |
| Subtribu 1: <i>Micromelinæ</i> | | | |
| <i>Micromelum tephrocarpum</i> (?) | — | 18 | Yarnell (33 d) 1940 |
| Subtribu 2: <i>Clauseninæ</i> | | | |
| <i>Clausena lansium</i> (Lour.) Skeels | — | 18 | Krug 1943 |
| <i>Murraya paniculata</i> (L.) Jack | 9 | — | Toxopeus (31) 1933 |
| Tribu 2: <i>Citrezæ</i> | | | |
| Subtribu 1: <i>Triphasiinæ</i> | | | |
| <i>Triphasia trifolia</i> (Burm.) P. Wilson | 9 | — | Longley (15) 1925 |
| (Forma tetraplóide) | 18 | — | Longley, citado em Traub e Robinson (32) 1937 |
| Subtribu 2: <i>Citrinæ</i> | | | |
| <i>Severinia buxifolia</i> (Poir.) Tenore | 9 | — | Longley (15) 1925 |
| <i>Citropsis schweinfurthii</i> (Engl.) Swing. & M. K. | 9 | — | Longley (15) 1925 |
| <i>Atalantia citroides</i> Pierre ex Guill (possivelmente <i>A. monophylla</i> DC) | — | 18 | Krug 1943 |
| * <i>Fortunella crassifolia</i> Swingle | 9 | — | Longley (15) 1925 |
| <i>F. Hindsii</i> Swingle (4n) | 18 | — | Longley (15) 1925 |
| <i>F. Hindsii</i> (2n) | 9 | — | Longley (27) 1929 |
| <i>F. japonica</i> Swingle | 9 | — | Longley (15) 1925 |
| <i>F. margarita</i> (Lour.) Swingle | 9 | — | Longley (15) 1925 |
| * <i>Eremocitrus glauca</i> (Lindl.) Swingle | — | 18 | Yarnell (33 d) 1940 |
| <i>Poncirus trifoliata</i> (L.) Raf. | 9 | — | Longley (15) 1925 |
| (Forma tetraplóide) | — | 36 | Lapin (14) 1937 |
| <i>Microcitrus australis</i> (Planch.) Swing. .. | 9 | — | Longley, citado em Traub e Robinson (32) 1937 |
| <i>Microcitrus</i> sp. | — | 18 | Krug 1943 |
| <i>M. virgata</i> (?) (*) | — | 18 | Krug 1943 |
| <i>M. australasica</i> var. <i>sanguinea</i> (?) | — | 18 | Krug 1943 |
| <i>Citrus aurantifolia</i> Swingle, limas (três variedades) | 9 | — | Longley (15) 1925 |
| Lima | 9 | — | Nakamura (20) 1934 |
| Limão seda | — | 18 | Bacchi (1) 1940 |
| Rio Claro | — | 18 | Bacchi (1) 1940 |
| *Lima Rangpur, cravo ou rosa | — | 18 | Bacchi (1) 1940 |
| *Lima Kusai | — | 18 | Krug 1943 |
| Lima Mexicana | — | 18 | Krug 1943 |
| Lima doce da Palestina | — | 18 | Krug 1943 |
| (3n) Lima Tahiti | — | 27 | Bacchi (1) 1940 |

(*) *M. virgata* não constitui um nome válido e tem sido atribuído a uma forma, mais tarde identificada como sendo um híbrido *M. australis* x *M. australasica* (28).

(Continuação)

| M A T E R I A L | N.º DE CRO- MOSÔMIOS | | AUTOR E ANO |
|---|-------------------------|----------------|-----------------------------|
| | Gamé- ticos | Somá- ticos | |
| Progenie da Lima Tahiti | — | 19 | Krug e Bacchi (11) |
| (3n) Lima Bearss | — | 20 | Krug e Bacchi (11) |
| <i>C. aurantium</i> L., laranja azêda | — | 21 | Krug e Bacchi (11) |
| (Quatro variedades) | — | 27 | Krug e Bacchi (11) |
| Laranja azêda ou Agro-Sevilhana | 8 | — | Strassburger (25) 1907 |
| <i>C. aurantium</i> L. | 9 | — | Nakamura (20) 1934 |
| <i>C. aurantium</i> , *sub-espécie bergamia (Risso & Poiteau) (Wright & Arn. ?) | — | 18 | Bacchi (1) 1940 |
| <i>C. celebica</i> Koord. var. <i>southwickii</i> (Wes- ter) Swingle | — | 18 | Yarnell (33 d) 1940 |
| * <i>C. deliciosa</i> Ten. (tetraplóide) | 9 | — | Nakamura (20) 1934 |
| * <i>C. depressa</i> Hayata | — | 18 | Krug 1943 |
| * <i>C. erythroa</i> Hort. ex Tanaka | — | 36 | Lapin (14) 1937 |
| * <i>C. genshokan</i> Hort. ex Tanaka | 9 | — | Nakamura (20) 1934 |
| * <i>C. glaberima</i> Hort. ex Tanaka | 9 | — | Nakamura (20) 1934 |
| <i>C. grandis</i> Osbeck, Pomelo Frizzelle (*) (4n) Pomelo Frizzelle tetraplóide | 9 | — | Nakamura (20) 1934 |
| Djeroek bali. | 9 | — | Frost (não publicado, 1927) |
| Sete variedades orientais de pomelos ... | 18 | — | Frost (7) 1927 |
| <i>C. hystrix</i> DC | 9 | — | Toxopeus (31) 1933 |
| <i>C. ichangensis</i> Swingle | 9 | — | Nakamura (20) 1934 |
| * <i>C. inodora</i> (?) | 9 | — | Krug 1943 |
| * <i>C. junos</i> Sieb. sec. Tanaka, Yuzu e quatro outras variedades | 9 | 18 | Yarnell (33 d) 1940 |
| * <i>C. kinokuni</i> Hort. ex Tanaka | — | 18 | Krug 1943 |
| * <i>C. kotokan</i> Hayata (duas variedades) .. | 9 | — | Yarnell (33 d) 1940 |
| * <i>C. leiocarpa</i> Hort. (duas variedades) ... | 9 | — | Krug 1943 |
| Nov. var. (possivelmente uma forma de <i>C. tachibana</i> (Mak.) Tan. | 9 | — | Yarnell (33 d) 1940 |
| * <i>C. limetta</i> Risso, Sweet lemon | — | 18 | Nakamura (20) 1934 |
| Lemon-shaped lumia | 9 | — | Nakamura (20) 1934 |
| <i>C. limon</i> (L.) Burm., limão eureka. | 9 | — | Longley (15) 1925 |
| Limão Gênova. | 9 | — | Nakamura (20) 1934 |
| Limão siciliano | 9 | — | Nakamura (20) 1934 |
| Diversas outras variedades de limão ... | 9 | — | Nakamura (20) 1934 |
| Limão rugoso (vide <i>C. verucosa</i>) | — | 18 | Bacchi (1) 1940 |
| Limão doce | — | 18 | Bacchi (1) 1940 |
| Limão Lisboa | — | 18 | Krug 1943 |
| Limone interdonato | 9 | — | Ruggieri (24) 1935 |
| Limão Lisboa | 9 | — | Frost (6) 1926 |

(*) Este pomelo é uma variedade poliembriônica sem interêsse comercial, apresentando caracteres tanto de *Citrus grandis* como de *C. paradisi*. (Vide adenda de Frost).

(Continuação)

| MATERIAL | N.º DE CRO- MOSÔMIOS | | AUTOR E ANO |
|---|-------------------------|----------------|-----------------------------|
| | Gamé- ticos | Somá- ticos | |
| (4n) Limão Lisboa tetraplóide | 18 | — | Frost (4) 1925 |
| Seedlings do Limão Ponderosa (vide <i>C. piriformis</i>) | — | 18 | Lapin (14) 1937 |
| (4n, 6n) Seedlings do Limão Ponderosa | — | 36 | Lapin (14) 1937 |
| | — | 54 | Lapin (14) 1937 |
| (3n) Quatro seedlings de polinização aberta (*) | — | 27 | Lapin (14) 1937 |
| Limão eureka variegada (côr-de-rosa)**) | 9 | — | Frost (não publicado, 1942) |
| * <i>C. limonia</i> Osbeck, Lima Kusaie | 9 | — | Nakamura (20) 1934 |
| Lima Rangpur | 9 | — | Nakamura (20) 1934 |
| Japansche citroen | 9 | — | Toxopeus (31) 1933 |
| var. <i>otahitensis</i> Tanaka, Otaheite orange | 9 | — | Nakamura (20) 1934 |
| var. <i>khatta</i> Tanaka, Khatta orange | 9 | — | Nakamura (20) 1934 |
| <i>C. macroptera</i> Montr. | 9 | — | Krug 1943 |
| <i>C. medica</i> L., cidra | 8 | — | Strassburger (25) 1907 |
| | 9 | — | Longley (15) 1925 |
| var. <i>sarcodactylis</i> Swingle | 9 | — | Nakamura (20) 1934 |
| Cidra | — | 18 | Bacchi (1) 1940 |
| Cidra filipina | — | 18 | Krug 1943 |
| Cidra italiana | — | 18 | Krug 1943 |
| Cidra indiana | — | 18 | Krug 1943 |
| Limão chinês (***) | 9 | — | Frost (não publicado, 1942) |
| * <i>C. medioglobosa</i> Tan | 9 | — | Nakamura (20) 1934 |
| * <i>C. microcarpa</i> Bunge, Calamondim (duas variedades) | 9 | — | Nakamura (20) 1934 |
| Calamondim tetraplóide | 18 | — | Nakamura (19) 1934 |
| * <i>C. mitis</i> Blanco, Calamondim | 9 | — | Longley (15) 1925 |
| | — | 18 | Bacchi (1) 1940 |
| * <i>C. natsudaidai</i> Hayata | 9 | — | Nakamura (20) 1934 |
| * <i>C. nobilis</i> Lour. Mandarina ou laranja King | 9 | — | Frost (não publicado, 1927) |
| Mandarina King | 9 | — | Nakamura (20) 1934 |
| (4n) Mandarina King tetraplóide | 18 | — | Frost (6) 1926 |
| Kunembo | 9 | — | Nakamura (20) 1934 |
| * <i>C. obovata</i> Rafin | 9 | — | Nakamura (20) 1934 |
| * <i>C. oleocarpa</i> Hort. ex Tanaka | 9 | — | Nakamura (20) 1934 |
| * <i>C. paradisi</i> Macf. Pomelo Duncan | 9 | — | Longley (15) 1925 |
| Pomelo Marsh | 9 | — | Longley (15) 1925 |
| Pomelo Marsh (Linhagem com semen- tes) (****) | 9 | — | Frost (não publicado, 1926) |

(*) Lapin (14) também obteve cinco "seedlings" triplóides de sementes, procedentes da polinização não controlada, da "Shivamikan" (espécie?).

(**) De origem desconhecida, aparentemente idêntica a uma linhagem derivada, por variação de borbulha, do limão eureka, apenas diferindo desta pela côr dos frutos.

(***) Trata-se de uma variedade (C.E.S. 710) que se parece muito com uma cidra, apesar de os frutos serem mais do tipo de limão.

(****) A origem dêste tipo, pela mutação somática, não está confirmada.

(Continuação)

| M A T E R I A L | N.º DE CRO- MOSÔMIOS | | AUTOR E ANO |
|--|-------------------------|----------------|----------------------------------|
| | Gamé- ticos | Somá- ticos | |
| (4n) Pomelo Marsh (Linhagem com se- mentes) tetraplóide | 18 | — | Frost (6) 1926 |
| Pomelo Imperial | 9 | — | Frost (3) 1925 |
| (4n) Pomelo Imperial tetraplóide | 18 | — | Frost (7) 1927 |
| (4n) Pomelo Hall tetraplóide | 18 | — | Frost (não publicado, 1938) |
| (4n) Pomelo McCarty tetraplóide | — | 36 | Bacchi (não publicado) |
| (3n) "Seedling" (obtido pela polinização aberta) | — | 27 | Lapin (14) 1937 |
| * <i>C. pectinifera</i> (= * <i>C. leiocarpa</i> Hort.?) | — | 18 | Yarnell (33 d) 1940 |
| * <i>C. piriiformis</i> Hassk., Limão Ponderosa (um híbrido?) | 9 | — | Nakamura (20) 1934 |
| * <i>C. poonensis</i> Hort. ex Tanaka, Ponkan. | 9 | — | Nakamura (20) 1934 |
| * <i>C. reticulata</i> Blanco, Tangerina Dancy | 9 | — | Longley (15) 1925 |
| (4n) Tangerina Dancy tetraplóide | 18 | — | Frost (7) 1927 |
| Mandarina Willow Leaf | 9 | — | Longley (15) 1925 |
| (4n) Mandarina Willow Leaf tetraplóide .. | 18 | — | Frost (7) 1927 |
| Unshu (=satsuma) | 8 | — | Osawa (22) 1912 |
| Laranja Satsuma | 9 | — | Longley (15) 1925 |
| Owari satsuma | 9 | — | Nakamura (18) 1929 |
| Wase satsuma | 9 | — | Nakamura (18) 1929 |
| Owari (?) satsuma | 9 | — | Frost (não publicado, 1927) |
| (4n) Owari (?) satsuma tetraplóide | 18 | — | Frost (7) 1927 |
| (4n) Satsuma tetraplóide | — | 36 | Lapin (14) 1937 |
| <i>C. sinensis</i> Osbeck, laranja doce | 8 | — | Strassburger (25) 1907 |
| Laranja abacaxi | 9 | — | Longley (15) 1925 |
| Laranja valência | 9 | — | Longley (15) 1925 |
| Laranja Maltese Oval (*) | 9 | — | Frost (3) 1925 |
| Laranja "Paper Rind" (St. Michael) | 9 | — | Frost (3) 1925 |
| (4n) Laranja "Paper Rind" tetraplóide .. | 18 | — | Frost (4) 1925 |
| Djeroek manis | 9 | — | Toxopeus (31) 1933 |
| Kinkunembo | 9 | — | Nakamura (20) 1934 |
| Laranja Lue Gim Gong | 9 | — | Nakamura (20) 1934 |
| Laranja "Maltese Blood" | 9 | — | Nakamura (20) 1934 |
| Laranja "Parson Brown" | 9 | — | Nakamura (20) 1934 |
| Laranja "Navelencia" | 9 | — | Nakamura (20) 1934 |
| Laranja "Washington Navel" | 9 | — | Nakamura (20) 1934 |
| Seis outras variedades de laranjas | 9 | — | Nakamura (20) 1934 |
| (3n) Dois "seedlings" obtidos pela polini- zação aberta | — | 27 | Lapin (14) 1937 |
| Laranja doce | — | 18 | Bacchi (1) 1940 |
| Laranja Bahia | — | 18 | Bacchi (1) 1940 |
| Laranja imperial | — | 18 | Bacchi (1) 1940 .. |
| Laranja "Ruby" | 9 | — | Frost (não publicado, 1927) |
| (4n) Laranja "Ruby" tetraplóide | 18 | — | Frost (7) 1927 |
| (4n) Laranja tetraplóide | — | 36 | Lapin (14) 1937 |
| Laranja Shamouti (Jaffa) | 9 | — | Oppenheim e Frankel (21) 1929 |

(*) De acordo com Hume, esta variedade era antigamente cultivada na Califórnia com o nome de "Mediterranean Sweet"; pé compacto, semi-anão.

(Continuação)

| MATERIAL | N.º DE CROMOSÔMIOS | | AUTOR E ANO |
|---|----------------------------------|-----------|---|
| | Gaméticos | Somáticos | |
| * <i>C. succosa</i> Hort. ex Tanaka | 9 | — | Nakamura (20) 1934 |
| * <i>C. sunki</i> Hort. ex Tanaka | 9 | — | Nakamura (20) 1934 |
| * <i>C. surcata</i> Hort. ex Tanaka (?) | 9 | — | Nakamura (20) 1934 |
| <i>C. tachibana</i> (Nak.) Tan. | 9 | — | Nakamura (20) 1934 |
| * <i>C. tamurana</i> Tan. | 9 | — | Nakamura (20) 1934 |
| * <i>C. tangerina</i> Hort. ex Tanaka (2 varied.es) | 9 | — | Nakamura (20) 1934 |
| * <i>C. tankan</i> Hayata | 9 | — | Nakamura (20) 1934 |
| * <i>C. verucosa</i> Hort. ex Tanaka (?) Limão rugoso: | 9 | — | Nakamura (20) 1934 |
| * <i>C. Webberi</i> Wester | — | 18 | Yarnell (33 d) 1940 e Krug 1943 |
| * <i>C. yatsushiro</i> Hort. ex Tanaka | 9 | — | Nakamura (20) 1934 |
| Subtribu 3: Balsamocitrinae | | | |
| <i>Afrægle gabonensis</i> (Swingle) Engler | — | 18 | Krug 1943 |
| <i>Aeglopsis chevalieri</i> Swingle | 9 | — | Longley (15) 1925 |
| <i>Feronia limonia</i> (L.) Swing. | 9 | — | Toxopeus (31) 1933 |
| HÍBRIDOS | | | |
| 1. Tangelo "Sampson" (<i>C. paradisi</i> x <i>C. reticulata</i>) | 9 | — | Longley (15) 1925 |
| 2. Progenie do Tangelo "Sampson" ... | — | 36 | Yarnell (33 c) 1939 |
| 3. Progenie do Tangelo "Thornton" .. | — | 27 | Yarnell (33 c) 1939 |
| 4. Limaquat "Eustis" (<i>C. aurantifolia</i> x <i>Fortunella japonica</i>) | 9 | — | Longley (15) 1925 |
| 5. Citrangequat "Thomasville" (<i>Fortunella margarita</i> x Citrange "Willits" = <i>Poncirus trifoliata</i> x <i>C. sinensis</i>) .. | 9 | — | Nakamura (20) 1934 |
| 6. Sacaton citraldin (C.E.S. 2619) | — | 18 | Krug 1943 |
| 7. (<i>Citrus aurantifolia</i> x <i>Fortunella japonica</i>) (*) x <i>Fortunella Hindsii</i> (dois híbridos) | $\frac{27}{2}$ | — | Longley (16) 1926; Traube Robinson (32), 1937 |
| 8. Cerca de 20 híbridos diferentes de <i>Citrus</i> , derivados de 4 variedades (♀) pertencentes a três espécies | $\frac{27}{2}$ (aproximadamente) | — | Frost (7, 8) e não publicado, 1927, 1930 |
| 9. <i>Citrus limon</i> x <i>C. grandis</i> | — | 27 | Lapin (14) 1937 |
| 10. <i>Citrus limon</i> x <i>C. paradisi</i> (Quatro híbridos) | — | 27 | Lapin (14) 1937 |
| 11. Limão "Novoafon" x Limão "Meyer" | — | 28 | Luss (17) 1935 |
| 12. <i>Citrus limon</i> x Limão "Meyer" (idêntico ao anterior?) | — | 28 | Lapin (14) 1937 |
| 13. Quinze outros híbridos derivados de 3 espécies (♀) | — | 27 | Lapin (14) 1937 |
| 14. <i>Citrus sinensis</i> (baianinha) x <i>C. sinensis</i> (sabará) | — | 45 | Bacchi (não publicado) |
| 15. Mandarina "Clementine" | 9 | — | Lacarelle e Miedzyrzecki (12) 1937 |

(*) Longley (16) mencionou a *F. margarita* como sendo o "kumquat" utilizado para obtenção deste "limequat", mas Swingle (28) afirma que o "limequat" cruzado com o *F. Hindsii* foi o "Eustis", que possui a ascendência mencionada no quadro. (Vide também: Swingle, W. T. e T. R. Robinson em Jour. Agric. Res. 23: 229-238 1923).

No quadro I adotou-se a seqüência geral da nova classificação proposta por Swingle (26), apesar de que muitos nomes específicos não são aceitos por êste autor (informação verbal); por exemplo, muitas espécies de Tanaka não reconhecidas como espécies distintas por Swingle, foram incluídas [tal como se acham mencionadas nas publicações de Nakamura (18-20)]. Em alguns casos também foram mencionados nomes de variedades hortícolas, uma vez que também estas são de importância para os investigadores do gênero *Citrus*. Com o fim de apresentar uma lista, o mais completa possível, incluíram-se também as novas determinações feitas pelo autor dêste trabalho. Neste quadro, as formas tetraplóides, que representam descendências de "seedlings" nucelares de determinadas variedades hortícolas, foram mencionadas com os nomes destas variedades, adicionando-se-lhes a palavra "tetraplóide" (sugestão de H. B. Frost).

Dos trinta e três gêneros de que se compõe esta sub-família, a constituição cromosômica de apenas 15 é até hoje conhecida; todos êstes possuem 9 como seu número básico. Com relação à ocorrência de formas poliplóides, preparou-se o seguinte sumário:

Triplóides. Mais de 50 triplóides ou "quase" triplóides foram encontrados no gênero *Citrus*. Vários triplóides são híbridos entre um híbrido diplóide *Citrus-Fortunella* e um *Fortunella* tetraplóide (13, 25). Cêrca de 40 são híbridos entre variedades diplóides de *Citrus*, julgando-se que se tenham originado pela duplicação dos cromosômios, principalmente no nucelo, antes da formação do arquespório, ou, ainda, pela falta de redução dos megasporocitos (5). 13 constituem "seedlings" obtidos pela polinização não controlada (Lapin e Yarnell). Apenas 2, as limas "Tahiti" e "Bearss" (*C. aurantifolia* Swingle), são de interêsse econômico e foram recentemente identificadas como sendo triplóides. Triplóides foram produzidos por um total de 5 espécies de *Citrus* (caso se classifique o *C. paradisi* como espécie).

Tetraplóides. Êstes têm sido encontrados, até a presente data, em quatro gêneros (*Triphasia*, *Fortunella*, *Poncirus* e *Citrus*) e em um híbrido interespecífico; êles têm aparecido com maior freqüência em *Citrus* (no mínimo em 4 espécies (5 incluindo *C. paradisi*), de acôrdo com a classificação de Swingle, e em numerosas variedades hortícolas), provàvelmente pelo fato de êste gênero ser maior e por ter sido investigado mais detalhadamente do que qualquer outro.

Poliplóides mais elevados. Além da tetraploidia, aparentemente, apenas duas outras formas foram até hoje encontradas: uma

laranja híbrida pentaplóide (Bacchi, não publicado) e um limão hexaplóide, este último obtido pela polinização não controlada do limão "Ponderosa" (14).

Aneuplóides. Apenas recentemente foram encontrados vários casos de aneuploidia; dois (um ?) híbridos foram mencionados (14, 17) com 28 cromossômios somáticos, tendo servido como agente polinizador o limão "Meyer" diplóide.

Bacchi (1) encontrou 28 cromossômios numa outra forma de *Citrus*, que foi omitida do quadro I, porquanto não há certeza ainda quanto à sua classificação específica e de variedade. Na progênie desta forma, obtida de sementes procedentes de flores não controladas, obtiveram-se 8 "seedlings" (Bacchi, não publicado) com, respectivamente, 21, 21, 23, 29, 30, 33, 37 e 37 cromossômios. Apesar de possuírem um número anormal de cromossômios, algumas destas plantas aparentam um desenvolvimento normal. Na progênie da lima triplóide "Tahiti" também foram encontrados 3 aneuplóides (1), com 19, 20, e 21 cromossômios, respectivamente.

O melhorador do gênero *Citrus* já tem, pois, à sua disposição, informações citológicas de valor, como os números de cromossômios atrás citados, não só de muitas das suas espécies como também de vários gêneros próximos. O fato de que o número básico de cromossômios é o mesmo, para todos os representantes deste grupo até agora analisados, tornou possível a realização de cruzamentos entre gêneros muito afastados, como, por exemplo, entre *Citrus*, *Fortunella* e *Poncirus*; a semelhança dos complementos cromossômicos destes três gêneros é deveras surpreendente, porquanto um pareamento normal dos cromossômios em meiose tem sido observado num destes cruzamentos trigenéricos (20). Este fato constitui um problema para o taxonomista, indicando que estes três gêneros talvez possam ser considerados como simples espécies de um só gênero. Nada se conhece até agora sobre o desenvolvimento evolucionário nesta sub-família. Baseado na semelhança dos genómeos de *Fortunella*, *Citrus* e *Poncirus*, Nakamura (20) sugere que a evolução das espécies dentro dos gêneros talvez se tenha processado pela formação de novos alelos. Futuras investigações citológicas, completadas por análises genéticas, cuja execução é bastante dificultada pelo fenômeno da poliembrionia, sem dúvida conduzirão à elucidação das relações citogenéticas entre os representantes deste importante grupo de plantas.

SUMÁRIO

1. O número de cromosômios de 14 espécies (20 formas), pertencentes a cinco gêneros diferentes da sub-família *Aurantioideæ*, foi aqui apresentado. Tôdas as determinações do número de cromosômios, até hoje feitas nesta sub-família, e encontradas na literatura, foram incluídas num quadro geral. O número básico é de $x=9$ para tôdas as formas até agora investigadas. Inclue o quadro acima referido: cêrca de 50 triplóides, cêrca de 190 tetraplóides (inclusive 19 de *Poncirus*, 1 de *Triphasia* e 1 forma selvagem de *Fortunella*, (*) um pentaplóide, 1 hexaplóide e 14 ou 15 aneuplóides (**).

2. Todos êstes poliplóides, com exceção dos 21 tetraplóides atrás mencionados, e vários híbridos triplóides entre *Citrus* e *Fortunella*, pertencem ao gênero *Citrus*. Considerando-se a semelhança genética dos complementos cromosômicos de vários dos gêneros da subtribu *Citrinæ*, chega-se à conclusão de que alguns dêles talvez devam ser considerados como meras espécies de um só gênero.

AGRADECIMENTOS

O autor deseja aqui registrar os seus agradecimentos à John Simon Guggenheim Memorial Foundation, que lhe proporcionou, em 1941, uma estada de vários meses na Citrus Experiment Station, Riverside, da Universidade da Califórnia, e ao Diretor e funcionários técnicos da Divisão de Plant Breeding e Orchard Management desta Estação Experimental, por tôdas as facilidades que lhe foram proporcionadas. Ao dr. H. B. Frost são devidos agradecimentos especiais pela revisão geral do texto, efetuado quando o autor já se achava no Brasil, de volta. Esta revisão, motivando a adenda que se segue, se baseou, em parte, no trabalho de W. T. Swingle (28), naquela ocasião ainda não publicado, e cujo original não pôde ser consultado pelo autor.

SUMMARY

1. The chromosome number of fourteen species (twenty forms) belonging to five different genera of the subfamily *Aurantioideæ* are reported. All determinations available in the literature on chromosome numbers made in this subfamily are tabulated. The basic chromosome number is $x=9$ for all forms so far investigated. About 40 triploids,

(*) Os triplóides são, todos, sem dúvida, "seedlings" gaméticos e, portanto, todos distintos sob o ponto de vista genético, apesar de que alguns dêles apresentam a mesma ascendência. Os tetraplóides presumivelmente têm todos como origem "seedlings" nucelares (origem apomítica), com exceção de um caso de variação somática tetraplóide (9). O número de formas tetraplóides distintas (derivadas de formas diplóides diferentes) provavelmente é bem superior a 20.

(**) Êste número inclue um trisômico "de fragmento" ($2n=18+1$ fragmento), mencionado por Brown (2); trata-se de um citrange (*Poncirus trifoliata* x *Citrus sinensis*), não se conhecendo o nome da variedade.

some 190 tetraploids (including 19 in *Poncirus*, 1 in *Triphasia*, and 1 wild form in *Fortunella*), 1 pentaploid, 1 hexaploid, and 14 or 15 aneuploids have been reported.

2. All these polyploids, except the 21 tetraploids just mentioned and several triploid hybrids between *Citrus* and *Fortunella*, belong to the genus *Citrus*. Considering the genetic similarity of the chromosome complements of several genera of the subtribe *Citrinae*, it is suggested that some of these might perhaps better be considered mere species of a single genus.

LITERATURA CITADA

1. **Bacchi, O.** Observações citológicas em *Citrus*. I. Número de cromosômos de algumas espécies e variedades. *Jornal de Agronomia, Piracicaba* 3 : 249-258. 1940.
2. **Brown, W. L.** A [modified root-tipe smear technic. *Stain Technol.* 12 : 137-138. 1937.
3. **Frost, H. B.** The chromosomes of *Citrus*. *Jour. Wash. Acad. Sci.* 15 : 1-3. 1925.
4. **Frost, H. B.** Tetraploidy in *Citrus*. *Proc. Nat. Acad. Sci.* 11 : 535-537. 1925.
5. **Frost, H. B.** Polyembryony, heterozygosis and chimeras in *Citrus*. *Hilgardia* 1 : 365-402. 1926.
- 6, 7, 8. **Frost, H. B.** California Agr. Exp. Sta. Ann. Rept. : Plant Breeding. 1926, 1927, 1930.
9. **Frost, H. B. e C. A. Krug.** Diploid-tetraploid periclinal chimeras as bud variants in *Citrus*. *Genetics* 27 : 619-634. 1942.
10. **Kandelaki, G. V.** Karyological investigations of some cultivated species and varieties of the genus *Citrus*. *Trav. Inst. Bot. Tbilissi* 4 : 109-120. 1938. (*Cit. Plant Breed. Abstr.* 9 : 465. 1939).
11. **Krug, C. A. e O. Bacchi.** Cytological observations in *Citrus*. II. Triploid varieties of *Citrus*. *Jour. Heredity* 34 : 277-283. 1943.
12. **Lacarelle, A. e Ch. Miedzyrzecki.** Nouvelle contribution à l'étude du Clementinier au Maroc. *Experimentation Fruitière et Maraichère, Rabat, Morocco.* Edition Terre Marocaine. 1937.
13. **Lapin, W. K.** Concerning the genotypic homogeneous stock for the *Citrus* trees. *Terre Marocaine.* 2 : 24-27. 1937. (*Cit. Plant Breed. Abstr.* 8 : 73. 1938).
14. **Lapin, W. K.** Investigations on polyploidy in *Citrus*. U.S.S.R. All-Union Sci. Res. Institute. Humid Subtropics Works 1 : 1-68. 1937. (*Cit. Plant Breed. Abstr.* 9 : 339. 1939).
15. **Longley, A. E.** Polycary, polyspory and polyploidy in *Citrus* and *Citrus* relatives. *Jour. Wash. Acad. Sci.* 15 : 347-351. 1925.
16. **Longley, A. E.** Triploid *Citrus*. *Jour. Wash. Acad. Sci.* 16 : 543-545. 1926.
17. **Luss, A. I.** Citrus introduction and selection in the U.S.S.R. *Soviet Subtropics* 11 : 17-27. 1935. (*Cit. Plant Breed. Abstr.* 6 : 1372. 1936).
18. **Nakamura, Miyawo.** Cytological studies in the genus *Citrus*. I. On the Wase satsuma originated through bud variation. *Studia Citrologica* 3 : 1-14. 1929.
19. **Nakamura, Miyawo.** A preliminary report on the chromosome number, pollen sterility and the formation of abnormal pollen tetrads in *Citrus*. *Bull. Kagoshima Coll. Agr. For.* 1 : 11-14. 1934. (*Cit. Plant Breed. Abstr.* 7 : 234. 1937).
20. **Nakamura, Miyawo.** Cytological studies in the genus *Citrus*. II. The chromosome number, pollen sterility and the formation of abnormal tetrads. *Studia Citrologica* 6 : 162-178. 1934. (*Cit. Plant Breed. Abstr.* 8 : 489. 1938).
21. **Oppenheim, J. D. e Frankel, O. H.** Investigations into the fertilization of the Jaffa orange. *Genetica* 11 : 369-374. 1929.
22. **Osawa, J.** Cytological and experimental studies in *Citrus*. *Jour. Coll. Agr. Imp. Univ. Tokyo* 4 : 83-116. 1912.

23. **Randolph, L. F.** A new fixing fluid and a revised schedule for the paraffin method in plant cytology. *Stain Technol.* **10** : 95-96. 1935.
24. **Ruggieri, Gaetano.** Sopra i presunti rapporti genetici col limone o col cedro di una particolare varietà di limone assai resistente alla *Deuterophoma tracheiphila* Petri. *R. Staz. Patolog. Veg. Roma Bol. n. s.* **15**: 496-499. 1935.
25. **Strassburger, Eduard.** Ueber die Individualitaet der Chromosomen und die Prophybriden-Frage. *Jahrb. wiss. Bot.* **44** : 482-555. 1907.
26. **Swingle, W. T.** A new taxonomic arrangement of the orange subfamily, *Aurantioideae*. *Jour. Wash. Acad. Sci.* **28** : 530-533. 1938.
27. **Swingle, W. T.** "Kindzu" or "Golden Bean" orange (*Fortunella Hindsii*) from historic, taxonomic, and cytologic standpoints. *Proc. 3d Pan-Pacific Sci. Cong. (Tokyo)* **2** : 2001. 1929.
28. **Swingle, W. T.** The botany of *Citrus* and its wild relatives. In Webber, H. J., et al., *The Citrus Industry*. Univ. Calif. Press, Berkeley, In press.
29. **Tanaka, T.** Taxonomie de la citriculture tropicale. *Rev. Bot. Appl.* **10** : 1914-11. 1930.
30. **Tanaka, Tyôzaburô.** Taxonomy of the *Citrus* fruits of the Pacific region. *Tanaka Citrus Exp. Sta. Mem.* **1** : 15-36. 1927.
31. **Toxopeus, H. J.** Some cases of bud variation in *Citrus* observed on Java. *Genetica* **15** : 241-252. 1933.
32. **Traub, H. P. e T. R. Robinson.** Improvement of subtropical fruit crops : *Citrus*. *U. S. Dept. Agr. Yearbook* **1937** : 749-826. 1937.
33. **Yarnell, S. H.** Cytological investigations (in *Citrus*). *Texas Agricult. Exp. Sta.*
 - a. 50th Annual Report pg. 31, 1937
 - b. 51st " " pg. 23, 1938
 - c. 52nd " " pg. 23, 1939
 - d. 53rd " " pg. 22, 1940

ADENDA POR HOWARD B. FROST

(Fev. 1943)

Tôdas as formas de *Citrus*, investigadas sob o ponto de vista citológico, e que foram convenientemente identificadas, em publicações, pelos seus nomes vernaculares de variedades, foram agrupadas pelo autor dêste trabalho pelas respectivas espécies, reconhecidas por Swingle (28). Entretanto, torna-se evidentemente impossível classificar, desta maneira, tôdas as determinações cromosômicas publicadas sob nomes específicos inválidos; em parte, devido à imperfeição das respectivas identificações e, além disso, pelo fato de algumas formas constituírem, evidentemente, híbridos interespecíficos ou mesmo intergenéricos.

A pedido do autor, efetuou-se, na Citrus Experiment Station, Riverside, Califórnia, uma revisão da publicação atrás. Tal revisão se baseou na monografia de Swingle (28) sôbre as *Aurantioideæ*, cujas provas foram postas à nossa disposição. Acrescentamos também algumas poucas formas de *Citrus*, em maioria procedentes das nossas próprias investigações ainda não publicadas.

Os nomes marcados como inválidos pertencem a grupos e variedades hortícolas, que, em alguns casos, talvez representem híbridos entre espécies de *Citrus* ou contenham, mesmo, outros gêneros, não devendo, por êsse motivo, ser classificados como espécies distintas. Alguns casos merecem uma explicação especial: *C. nobilis* Lour. se baseou no "King mandarin" ou numa forma muito semelhante (28); Swingle, entretanto, considera o "King" um híbrido interespecífico, talvez entre *C. reticulata* e *C. sinensis*, e, por êsse motivo, a espécie que integra as tangerinas vem a ser o *C. reticulata* Blanco (o nome válido mais antigo). Na monografia de Swingle (provas) o "grapefruit" (pomelo) é classificado como constituindo uma "espécie satélite", *C. paradisi*, que é intimamente relacionada com as toranjas ("shaddocks"); assim sendo, as variedades de "grapefruit" são, portanto, apresentadas à parte. As limas "Rangpur" e "Kusaie" representam, provavelmente, tangerinas ("mandarins") ácidas, *C. reticulata* var. *austera*, ou também, possivelmente, híbridos entre *C. reticulata* e *C. aurantifolia*. O limão "Meyer", a laranja "Otaheite", a "Japansche citroen" (31), o "Juzu" (*C. junos*) e *C. webberi* parecem, todos, constituir híbridos interespecíficos. O Calamondim (*C. mitis* ou *C. microcarpa*) é considerado como sendo um híbrido intergenérico (*Citrus* x *Fortunella*). As classificações e descrições de Tanaka (30) demonstram que as seguintes "espécies" apenas constituem **formas** de *C. reticulata*: *deliciosa*, *depressa*, *erythroa*, *genshokan*, *glaberrima*, *kinokuni*, *poonensis*, *succosa* e *tangerina*; também não parece haver dúvida que *tankan* e *natsudaidai* são intimamente relacionadas com *sinensis*.

Em aditamento aos dados apresentados no quadro I, Nakamura (20) encontrou 9 cromosômios como sendo o número gamético em 9 formas de *Citrus*, que êle não agrupou por espécies. Lapin (14) publicou a respeito de "seedlings" tetraplóides, não incluídos no quadro atrás referido, derivados das seguintes espécies: *C. grandis*, *C. limon*, *C. natsudaidai* e *C. paradisi*; todos os pés que forneceram, em sua descendência, tais tetraplóides, produziam, normalmente, "seedlings" diplóides. Nas culturas de Lapin, bem como nas de Frost, uma parte destes tetraplóides se originou em forma de "seedlings" nucelares (apomíticos), que acompanhavam, nas mesmas sementes, "seedlings" híbridos interespecíficos; provavelmente, todos os demais tetraplóides também tiveram origem nucelar, pois nenhum deles era híbrido.