

COMPORTAMENTO CROMOSÔMICO DE ALGUMAS VARIEDADES DE ARROZ (*Oryza sativa* L.)¹

LENITA S. N. DUARTE²

Sumário

Estudou-se o comportamento cromossômico de 18 variedades de arroz (*Oryza sativa* L.) pertencentes à coleção da Seção de Fitotecnia e Genética do Instituto de Pesquisas e Experimentação Agropecuárias do Centro-Sul, em cortes micrométricos de pontas de raiz recém-germinadas e em "smears" de células mãe do grão de pólen. Procurou-se observar o processamento da mitose e da meiose, contagem do número de cromossomas, tamanho dos cromossomas, tipo dos cromossomas, número de nucléolos e presença de associação secundária.

Verificou-se que, quanto ao número de cromossomas, as variedades em questão possuem uma guarnição de $n=12$ e $2n=24$ cromossomas.

Quanto ao tipo dos cromossomas (posição do cinetócoro), foram classificados em: 2 medianos, 16 sub-terminais e 2 terminais.

Relativamente ao tamanho encontrou-se: para o maior 2,2 micra e para o menor 1,0 micron de comprimento.

Na meiose o comportamento foi normal não sendo notada a presença de pontes e de cromossomas retardados em anáfase e telófase.

Com relação ao número de nucléolos encontrou-se um ou dois na meiose e durante a mitose observou-se de dois a quatro nucléolos.

Constatou-se, ainda, a presença de associação secundária em metáfase I e principalmente em metáfase II, não se conseguindo, entretanto, determinar um número mínimo e máximo de associação.

É levantada a hipótese de que as guarnições cromossômicas encontradas tiveram a sua origem em uma hibridação entre um tetraplóide de número básico 5 e uma espécie afim de pequeno número de cromossomas.

INTRODUÇÃO

Embora seja bastante sabida a importância dos conhecimentos citológicos e citogenéticos em trabalho de genética e melhoramentos, ainda é pouco comum entre nós, encontrarem-se estudos deste tipo, mesmo nas instituições que fazem melhoramento e genética vegetal.

Em relação ao arroz, principalmente, apesar de ser um cereal que representa um papel básico na nossa alimentação e na economia do país, muito pouco se tem feito nesse sentido, não só no Brasil como nos demais países da América do Sul.

A maioria dos trabalhos de citogenética de arroz são de origem asiática, pois na Ásia estão os maiores produtores e consumidores do referido cereal. Assim, é que temos muitos trabalhos interessantes na Índia,

Pakistão, Thai, Indonésia, Java, Madura, Burma, Japão e Filipinas.

Embora a produção de arroz no Brasil seja bastante expressiva (5.300/1.000 ton. med. anuais), o rendimento por unidade de área ainda é muito baixo (17,5/100 kg/ha), o que justifica plenamente qualquer tentativa no sentido de se obter variedades que produzam mais em menor espaço. (FAO 1962)

O objetivo do presente trabalho foi contribuir de alguma forma para que os geneticistas e melhoristas de arroz disponham de algumas informações sobre o comportamento cromossômico das principais variedades existentes na coleção da Seção de Fitotecnia e Genética (SFG), do Instituto de Pesquisas e Experimentação Agropecuárias do Centro-Sul (IPEACS). Para tanto, foram realizadas observações a respeito da mitose e da meiose e organizado um ideograma.

MATERIAL E MÉTODOS

O material estudado constou de 18 variedades de *Oryza sativa* L. (Quadro 1).

¹ Este trabalho foi recebido para publicação em 13 de dezembro de 1965 e constitui o Boletim Técnico n.º 25 do Instituto de Pesquisas e Experimentação Agropecuárias do Centro-Sul, (IPEACS), km 47, Campo Grande, Rio de Janeiro.

² Eng.º Agrônomo da Seção de Fitotecnia e Genética do IPEACS e Assistente do Departamento de Genética da Universidade Rural do Brasil.

QUADRO 1. Variedades de *Oriza sativa* estudadas

1.	Arroz Americano	Pátua.....	1017*
2.	>	Sunbonnet.....	1018
3.	>	R. D. Aromatic.....	1019
4.	>	Bluebonnet.....	1020
5.	>	Tentiy.....	1026
6.	>	Bluebonnet — 50.....	1025
7.	>	Louisiana.....	1021
8.	>	Texas Pátua.....	1028
9.	>	Rexoro X.....	1029
10.	>	Toro.....	1030
11.	>	Pratão IAMG-1.....	1032
12.	>	Matão branco IAMG-11.....	1033
13.	>	Matão amarelo claro IAMG-36.....	1031
14.	>	Ag. ESAV-IAMG-21.....	1034
15.	>	Catalão.....	1036
16.	>	De Abril.....	1069
17.	>	Noring-17.....	1074
18.	>	Espinho n.º 15.....	1281

* Número de registro na Seção de Fitotecnia e Genética.

Os métodos usados para os estudos da mitose e da meiose dessas variedades foram: o da inclusão em parafina para o material mitótico (Johansen 1940) (no caso, pontas de raiz recém-germinadas) e o de "smears" para o material meiótico (Bowen 1960) (células mãe do grão de pólen).

As pontas de raiz foram fixadas em CRAF, desidratadas pela série álcool-xilol, incluídas em parafina e cortadas transversalmente com uma espessura de 6 micra. A técnica de coloração foi a da hematoxilina férrica de Heidenhain. As células mãe do grão de pólen foram fixadas em álcool etílico — ácido acético glacial (3:1) e em seguida esmagadas em carmin acético. Das melhores preparações foram feitos desenhos em câmara clara, com os seguintes aumentos: oc. = 8X; obj. = 90X, an. = 1,25X, com prisma 2,5X.

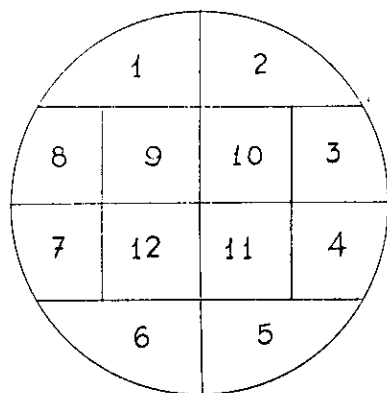


FIG. 1. Papel de filtro dividido em 12 partes, para germinação das sementes.

Depois de colhidas as raízes, as sementes foram plantadas e, por ocasião da floração colhemos as anteras para o estudo da meiose, sendo feitos desenhos com os mesmos aumentos dados acima.

Para estabelecermos uma ligação entre as raízes colhidas com as plantas e, mais tarde, com as anteras,

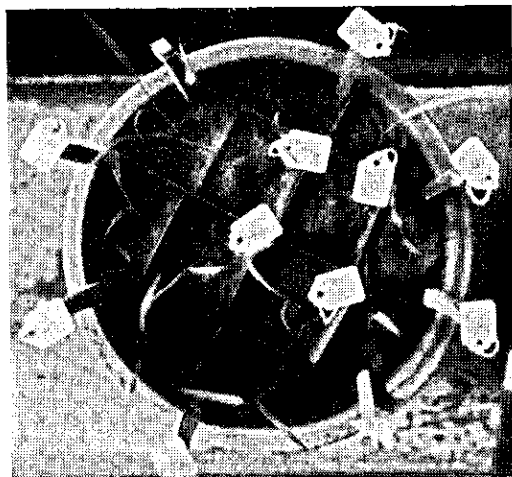


FIG. 2. Vaso de barro dividido em 12 partes, já com as plantas numeradas.

utilizamos o seguinte processo: foram postas a germinar 12 sementes de cada variedade em papel de filtro umedecido, dividido em 12 partes (Fig. 1). Cada semente recebeu, pois, um número de 1 a 12. Essa mesma numeração acompanhou as raízes provenientes dessas sementes. Após a colheita das raízes as sementes foram plantadas em vasos de barro, também divididos em 12 partes (Fig. 2). As 12 plantas também receberam a mesma numeração das sementes que lhes deram origem. Por meio desse processo foi possível examinar a mitose e a meiose da mesma guarnição cromossômica.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Constatamos quanto ao número de cromossomas uma guarnição de $2n = 24$ cromossomas, para as 18 variedades estudadas (Fig. 3).

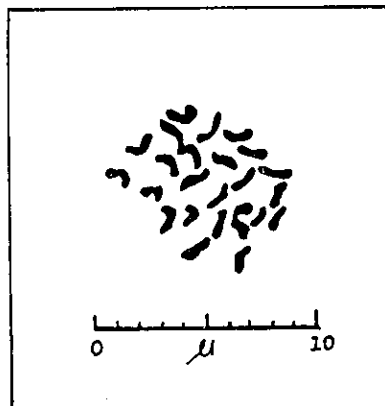


FIG. 3. Metáfase somática transversal.

Essa observação coincide com a feita por Kuwada (1909, 1910), que determinou então o número de cromosomas do arroz cultivado. Mais tarde outros pesquisadores, Nakatomi (1923) e Avdulow (1931), confirmaram o número básico de $n = 12$ e $2n = 24$ cromosomas.

Quanto ao tipo dos cromosomas de arroz, na metáfase somática notamos a presença de quatro pares de cromosomas repetidos e dois pares de cromosomas simples atelomíticos, sendo que apenas um par simples apresenta constrição mediana; observamos ainda um par repetido telomítico, ou sejam 2 cromosomas medianos, 16 submedianos e 2 terminais.

A respeito, Nandi (1936) descreve a guarnição cromosômica do arroz como sendo composta de 10 tipos de cromosomas que formam 2 grupos de 5 tipos cada, havendo um cromosoma repetido, exatamente igual em cada grupo. Diz ainda que o arroz deve ser um autotetraplóide secundariamente balanceado, que se originou provavelmente de uma hibridação entre duas espécies diferentes de 5 pares de cromosomas nas quais 2 cromosomas foram duplicados possivelmente devido a irregularidade meiótica no híbrido. Isto seguido de uma duplicação subsequente de cromosomas, atingindo a balanceamento secundário de $n = 12$, o presente número básico de *Oryza sativa* L.

De acordo com nossas observações classificamos os 24 cromosomas de *Oryza sativa* L. em 5 pares de cromosomas repetidos e 2 simples. Tal guarnição sugeriu-nos ser a sua origem proveniente de uma hibridação entre um tetraplóide de número básico = 5, o que seriam 20 cromosomas, e uma espécie afim de pequeno número de cromosomas (Fig. 4).



FIG. 4. Ideograma, mostrando os diferentes tipos de cromosomas.

Relativamente ao tamanho, os cromosomas das variedades estudadas variaram entre 2,2 micra e 1,0 micron, dados que diferem um pouco dos encontrados por Nandi (1936); 2,8 a 0,7 micra de comprimento (Quadro 2).

Quanto ao número de nucléolos na mitose somática, observamos variedades com um e dois nucléolos. No núcleo em repouso pareceu-nos haver sempre um nucléolo.

Quanto à meiose, tôdas as 18 variedades estudadas apresentaram o mesmo comportamento, isto é, a divisão meiótica pareceu-nos ocorrer normalmente.

Notamos na prófase a presença de um ou dois nucléolos. Em leptoteno observamos 2 ou 4 cromosomas ligados ao nucléolo ou aos nucléolos (em caso

QUADRO 2. Comprimento dos cromosomas das variedades de arroz estudadas (em micra)

Pares de cromosomas	Atelomíticas		Telomíticas
	Braço maior	Braço menor	
2.....	1,4	0,8	--
2.....	1,1	0,5	--
2.....	0,9	0,3	--
2.....	0,8	0,2	--
2.....	—	—	1,8
1.....	1,0	1,0	—
1.....	1,0	0,5	—

de aparecerem dois). Pareceu-nos ainda estarem êsses cromosomas prêsos ao nucléolo por meio de "knobs" terminais o que, embora não possamos afirmar com certeza porque precisaríamos observar um maior número de células, seria bastante provável (Fig. 5).

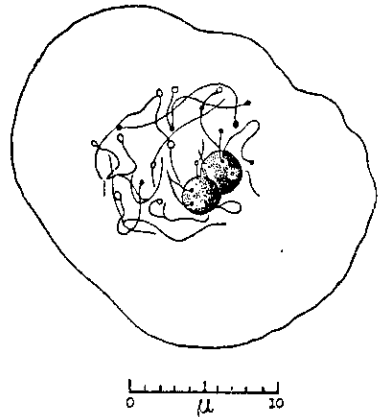


FIG. 5. Prófase da meiose - leptoteno - vendo-se dois nucléolos, cada um ligado a dois cromosomas por "knobs" terminais.

No final da diacinese notamos algumas vezes 2, outras vezes 4 cromosomas ligados ao nucléolo (Figs. 6 e 10).

A presença de um ou dois nucléolos, na divisão meiótica, durante alguns anos, constou como sendo um meio de se separar as variedades de arroz do "Grupo Indica" do "Japônica". Assim, segundo Selim (1930), as variedades "Japônica" teriam um só nucléolo e as indianas e javanesas teriam dois nucléolos, sendo essa diferença a possível causa da esterilidade que aparece no cruzamento entre elas.

Hedayetullah (1933) examinando o comportamento do nucléolo em células mãe do grão de pólen

em três variedades de arroz indiano, encontrou uma variedade com dois grandes, outra com um apenas e a terceira com dois nucléolos de tamanho desigual.

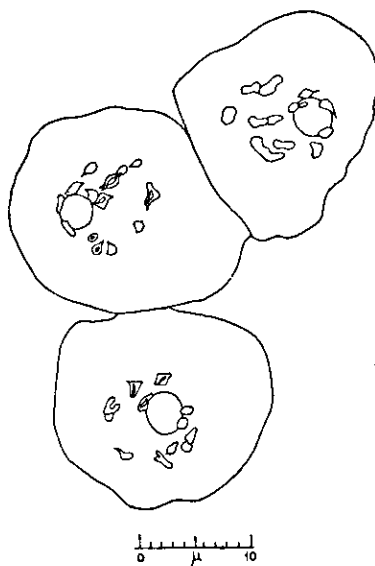


FIG. 6. Prófase da meiose — diacinese — notando-se quatro cromosomas ligados ao nucléolo.

Assim é que, Sakai (1938) estudando variedades japonesas e chinesas (estas muito provavelmente do "Grupo Indica") constatou então, que as variedades japonesas tinham dois nucléolos e as chinesas tinham quatro nucléolos.

Ainda Parthasarathy (1938) estudando variedades japonesa e indiana, encontrou em ambas, dois e quatro nucléolos.

Estudando 80 variedades de arroz, tanto japonesas como indianas, Oka (1944) chegou à conclusão de que tanto as variedades do "Grupo Indica" como as do "Grupo Japônica" podem ter dois ou quatro nucléolos, sendo entretanto maior a frequência de dois nucléolos nas japonesas, principalmente nas variedades irrigadas e a de quatro nucléolos nas variedades indianas.

As variedades que estudamos pertencem, provavelmente, em sua maioria ao "Grupo Indica". Talvez,

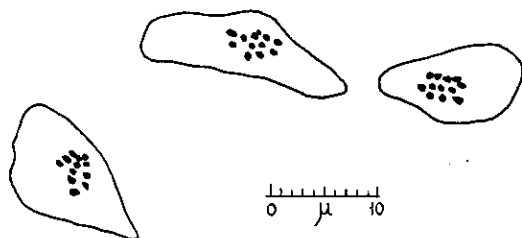


FIG. 7. Metáfase I, notando-se a presença de associação secundária.

apenas a Espinho n.º 15 e Norin 17, pertençam ao "Grupo Japônica". Entretanto em ambas encontramos um ou dois nucléolos.

Vemos então, que a presença de mais de um nucléolo em *Oryza sativa* L., é perfeitamente normal, de acordo com Chang (1964).

Em metáfase I observamos um número variável de bivalentes secundariamente pareados (Fig. 7). Esta associação pareceu-nos ocorrer da maneira mais variada possível devendo haver entretanto uma associação mínima e uma máxima. Quanto a isto, Sakai (1935) já havia notado associação secundária em metáfase I e II. Nandi (1936), estudando o comportamento cromossômico de variedades de *Oryza sativa* *O. officinalis* e *O. minuta* constatou que as associações secundárias variavam de 1 a 5 sendo a moda 4. Encontrou com certa frequência grupos de 3 bivalentes. A associação máxima observada consistiu em 2 grupos de 3 bivalentes e 3 grupos de 2 bivalentes.

Seis grupos de dois bivalentes jamais foram encontrados, chegando por isso à conclusão de que o número básico cromossômico é mesmo $b=5$. A associação máxima observada por Sakai (1935) foi a mesma observada por Nandi (1936).

Sethi (1937) e Parthasarathy (1938), também constataram a presença da associação secundária, cuja teoria aliás, originalmente formulada por Darlington (1928), foi sistematizada por Lawrence (1931), explicando que os cromosomas que apresentam esse tipo de afinidade são muito próximos uns dos outros, filogeneticamente.

Voltando aos nossos resultados, a anáfase I ocorreu normalmente, não aparecendo pontes nem cromosomas retardados o mesmo acontecendo com a telófase I (Figs. 8 e 9).

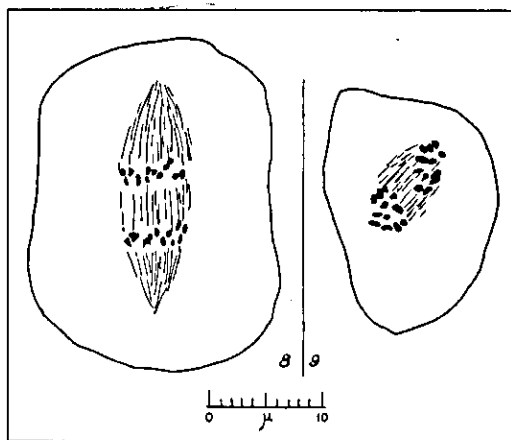


FIG. 8. Anáfase I, notando-se igual número de cromosomas dirigindo-se para os pólos da célula.

FIG. 9. Telófase I.

Em metáfase II notamos a presença das associações secundárias, parecendo-nos nessa fase mais pronunciadas.

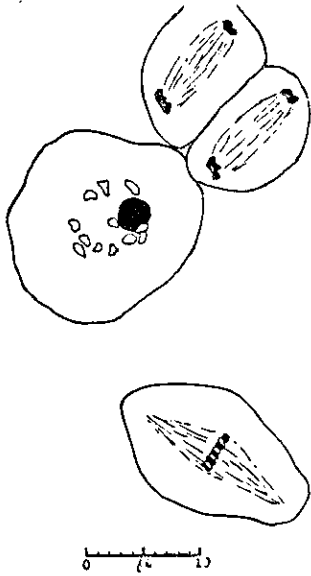


FIG. 10. a) Metáfase II (longitudinal); b) diacinese, vendo-se dois cromosomas ligados ao nucléolo; c) telófase II.

Na anáfase II mantém-se a associação de bivalentes. A telófase II formou-se normalmente (Fig. 10), o mesmo acontecendo com as tétrades. (Fig. 11)

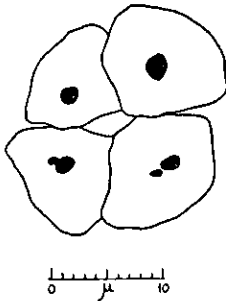


FIG. 11. Tétrade.

CONCLUSÕES

1. O número básico das variedades de arroz estudadas é de $n = 12$ e o seu número diplóide é de $2n = 24$.

2. A guarnição cromosômica dessas variedades pode ser classificada em: 5 pares de cromosomas repetidos e 2 simples, o que nos sugere ser a sua origem proveniente de uma hibridação entre um tetraplóide de número básico 5 e uma espécie afim de pequeno número de cromosomas.

3. O tamanho dos cromosomas das variedades estudadas varia entre 2,2 e 1,0 micra.

4. O número de nucléolos varia entre um e dois na meiose e durante a mitose podem aparecer dois ou quatro.

REFERÊNCIAS

Avdulov, N. P. 1931. Karyo-systematische Untersuchung der Familie Gramineen. Bull. Apl. Bot. Gen. Plant. Breed. supp. 44, p. 428.

Bowen, C. C. 1960. Manual de técnicas para preparaciones citologicas en plantas. Publicación del Programa de Energia Nuclear, Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas, Turrialba, Costa Rica.

Chang, T. T. 1964. Present knowledge of rice genetics and cytogenetics. Tern. Bull. 1, Intern. Rice Res. Inst. Les Banos, Laguna, Philippines.

Darlington, C. D. 1928. Studies in *Prunus* I and II. J. Genet. 19:213-256.

FAO 1962. Production Yearbook. Vol. 16.

Hedayetullah, S. 1933. A cytological study of the behaviour of nucleoli, in the pollen mother cells of three varieties of rice (*Oryza sativa* L.) in the parents and in their hybrids. Proc. Ind. Sci. Cong. Bot. Abst. 52:19.

Johansen, D. A. 1940. Plant microtechnique. 1st ed. McGraw Hill Book Co., New York and London.

Kuwada, Y. 1909. On the development of the pollen and embryo sac and the formation of the endosperm, etc. of *Oryza sativa* L. (In Japanese). Bot. Mag., Tokyo, 23:334-343. (Citado por Nagai 1959)

Kuwada, Y. 1910. A cytological study of *Oryza sativa* L. (In Japanese). Bot. Mag., Tokyo, 24:267-281. (citado por Nagai 1959)

Lawrence, W. J. C. 1931. The secondary association of chromosomes, Cytologia, Tokyo, 2:352-384. (Citado por Nagai 1959)

Nagai, I. 1959. Japonica Rice. Yokendo Ltda., Tokyo, p. 222.

Nakatomi, S. 1923. On the difference of chromosomes of varieties and the mutant forms in rice. (In Japanese). Jap. J. Genet. 2:107-115. (citado por Nagai 1959)

Nandi, H. K. 1936. The chromosome morphology, secondary association and origin of cultivated rice. J. Genet. 33:315-336.

Oka, H. 1944. On the variation of nucleolar number among varieties of rice plant. J. Soc. Trop. Agric. 16(2): 79-90. (Citado por Nagai 1959)

Parthasarathy, N. 1938. Cytogenetical studies in *Oryzaeae* and *Phalaridae*. I. Cytogenetics of some X-ray derivatives in rice. J. Genet. 37:1-40.

Sakai, K. 1938. Nucleoli and nucleolar chromosomes in rice. Nogaku rouso. Commemoration Publication for Prof. Akemine's Thirtieth Anniversary of Professor Ship, p. 161-168. (In Japanese)

Sakai, K. 1935. Chromosome studies in *Oryza sativa* L. I. The secondary association in the meiotic chromosomes. Jap. J. Genet. 11:145-156.

Selim, A. G. 1930. A cytological study of *Oryza sativa* L. Cytologia 2:1-26.

Sethi, B. L. 1937. Cytological studies in paddy varieties. Indian J. Agric. Sci. 7(2):687-702.

CHROMOSOMAL BEHAVIOUR OF SAME RICE VARIETIES (*Oriza sativa* L.)*Abstract*

The author studied the chromosomic behaviour of eighteen varieties of rice and observed the following:

- a) they all have a set of $n=12$ and $2n=24$ chromosomes;
- b) the length of their chromosomes varies between 2.2 and 1.0 micra;
- c) the number of nucleoli varies between 1 and 2 in the meiosis, and from 2 to 4 during mitosis;
- d) due to the chromosomic sets presented by the varieties of rice studied, it is suggested that they must have their origin in a hybridization between a tetraploid of 5 as a basic number, and a related species of a small number of chromosomes.