

# MUTANTES DE LARANJA-‘PÊRA’ COM NÚMERO REDUZIDO DE SEMENTES, OBTIDOS ATRAVÉS DE MUTAÇÕES INDUZIDAS <sup>1</sup>

RODRIGO ROCHA LATADO<sup>2</sup>; AUGUSTO TULMANN NETO<sup>3</sup>; AKIHIKO ANDO<sup>3</sup>; ANTONIO FRANCISCO IEMMA<sup>4</sup>; JORGINO POMPEU JUNIOR<sup>5</sup>; JOSÉ ORLANDO FIGUEIREDO<sup>5</sup>; ROSE MARY PIO<sup>5</sup>; MARCOS ANTONIO MACHADO<sup>5</sup>; TAKAO NAMEKATA<sup>6</sup>; LEONARDO CERAVOLO<sup>6</sup>; ANTONIO CARLOS ROSSI<sup>7</sup>

**RESUMO** - A obtenção de cultivares de citros com pequeno número de sementes é importante quando o objetivo é a produção de frutas para o consumo *in natura*. O objetivo deste trabalho foi o de avaliar, por três anos (1997, 1998 e 1999), o número médio de sementes e 15 outras características agronômicas, de 127 mutantes putativos de laranja-‘Pêra’, selecionados após irradiação de borbulhas com raios-gama e 8 plantas selecionadas do controle não irradiado. Os mutantes foram divididos em 16 grupos baseados nos tipos de mutações observados e em cada grupo, como controle comum, foram incluídas plantas de laranja-‘Pêra’ comercial. Observou-se que 46 mutantes putativos e uma planta do controle não irradiado (PSC) apresentaram redução significativa no número de sementes por fruto, nos três anos consecutivos, sendo que 15 mutantes apresentaram frutos com média entre uma e duas sementes e 9 mutantes, frutos com média inferior a uma semente. Dentre estes 9 mutantes, os de número 27, 28 e 58, que apresentaram também alterações significativas no diâmetro de copa ou na altura de planta, além do 59 e 101, que não apresentaram alterações nas outras 15 características avaliadas, possuem um maior potencial para serem lançados como novos mutantes de laranja-‘Pêra’ com pequeno número de sementes.

**Termos de indexação:** mutação, citros, raios-gama, sementes

## SWEET ORANGE ‘PÊRA’ MUTANTS WITH LOW NUMBER OF SEEDS OBTAINED THROUGH MUTATION INDUCTION

**ABSTRACT**- Citrus varieties with low number of seeds are important for *in natura* fruit market. The objective of the present work was to evaluate, for three years (1997, 1998 and 1999), the average number of seeds per fruit and 15 other agronomic characteristics of 127 putative mutated clones of sweet orange ‘Pêra’, selected after gamma-irradiation of budwood and 8 non irradiated control clones. Mutants were divided in 16 groups based on the type of mutation observed ‘Pêra’ commercial control plants (PCC) were included. It was observed that 46 putative mutants and one non-irradiated plant (PSC) showed significant reduction in seed number per fruit. Fifteen mutants had 1 – 2 seeds on an average and 9 mutants less than one seed per fruit. Among them, the mutants 27, 28 and 58 showed other significant changes in the tree crown diameter or plant height. The mutants 59 and 101 showed no significant differences in the other 15 characteristics evaluated, indicating that they have a good potential to be released as new sweet orange ‘Pêra’ mutants with low number of seeds.

**Index terms:** mutation, citrus, gamma rays, seeds

## INTRODUÇÃO

Os citros constituem-se no mais importante grupo da fruticultura mundial com aproximadamente 23,6% da produção total de frutas no mundo, em 1998 (FAO, 1998). O Brasil ocupa atualmente a posição de líder na produção e nas exportações mundiais de suco cítrico, sendo que o suco de laranja concentrado foi o principal produto exportado, resultando num faturamento acima de 1,3 bilhão de dólares anuais (FNP Consultoria e Comércio, 2000). No entanto, há excesso de frutas e de suco cítrico no mercado internacional, tornando importante o aumento no consumo de frutas frescas no mercado interno (FNP Consultoria e Comércio, 2000).

Dentre as variedades de laranjas comerciais, a ‘Pêra’ (*Citrus sinensis* L. Osbeck) ocupa lugar de destaque tanto para o consumo de frutos *in natura* como para o processamento do suco. Em 1994, a laranja-‘Pêra’ era a variedade mais cultivada no Estado de São Paulo, com cerca de 41% do total (Amaro & Maia, 1997) e também a mais consumida (77,7% do total) (Gonçalves & Souza, 1994). Esta variedade, embora apresente excelentes características agronômicas, ainda precisa ser melhorada com relação à resistência a doenças, porte, número de sementes, época de maturação e outras. Segundo Pio (1993), os frutos de citros para consumo *in natura* precisam preencher certos requisitos de qualidade, e um destes seria um número pequeno ou a ausência de sementes.

<sup>1</sup> Trabalho nº 007/2001. Recebido: 08/01/2001. Aceito para publicação: 11/07/2001. Trabalho realizado com auxílio financeiro da FAPESP

<sup>2</sup> Bolsista de Pós-doutoramento da FAPESP E-mail: rrlatado@cena.usp.br

<sup>3</sup> Professor do CENA/USP

<sup>4</sup> Professor Titular do Departamento de Ciências Exatas da ESALQ/USP

<sup>5</sup> Pesquisador do IAC/SP

<sup>6</sup> Pesquisador do IB/SP

<sup>7</sup> Pesquisador do Fundecitrus/SP

São bem conhecidos os fatores que dificultam a aplicação dos métodos tradicionais no melhoramento dos citros, tais como alta heterozigosidade, embrionia nucelar, fase juvenil longa e outros (Moreira & Pio, 1991). Como conseqüência, trabalhos de mutagênese induzida em citros têm sido realizados em vários países com objetivos de obter novas variedades com menor número de sementes, melhor coloração de frutos, porte compacto e outras características (Spiegel-Roy; 1990). Spina et al. (1991) obtiveram mutantes cítricos com ausência de sementes e plantas sem espinhos, usando irradiações *in vivo* e *in vitro*. Em Israel, mutantes com ausência e com menor número de sementes foram obtidos em três variedades de tangerina, por meio de irradiação de borbulhas (Vardi et al., 1995).

O objetivo deste trabalho foi avaliar, por três anos consecutivos, o número médio de sementes e outras 15 características agrônômicas de 127 mutantes putativos de laranja-‘Pêra’.

## MATERIAL E MÉTODOS

De uma população de plantas obtidas a partir de borbulhas de laranja-‘Pêra IAC’ (pré-imunizada contra a Tristeza dos citros) irradiadas com 40 Gy raios-gama, seguido da aplicação do método de podas repetidas, foram selecionados 127 mutantes putativos, por apresentarem características distintas do material inicial, tais como: porte menor, menor número ou ausência de sementes, frutos maiores ou menores que os do controle, época da maturação de frutos e alta produtividade, dentre outras.

Em 1992, borbulhas dos mutantes selecionados foram enxertadas em limão-‘Cravo’ (*Citrus limonia* Osbeck), na Estação Experimental do Instituto Biológico (Presidente Prudente-SP), perfazendo um total de 5 plantas de cada mutante. Como controle experimental, foram utilizadas laranjeiras-‘Pêra’, denominadas de PCC (Pêra controle comercial), que foram incluídas em todos os ensaios como padrão para comparar as características agrônômicas avaliadas nos mutantes selecionados.

Os mutantes putativos foram divididos em 15 grupos baseados nas características selecionadas e, em cada grupo, foram incluídas plantas do PCC.

Um grupo adicional foi constituído por 8 plantas, formadas a partir de borbulhas selecionadas de plantas do material inicial não irradiado (‘Pêra IAC’), denominadas de PSC (Pêra selecionada do controle). Estas plantas foram incluídas para a determinação de eventual variabilidade genética existente no material original. Tal variabilidade poderia ser devida a mutações espontâneas ou provocadas pelo método utilizado (podas repetidas) para o avanço das gerações, antes da seleção.

Os tratamentos foram casualizados dentro de cada grupo. As 5 repetições dos 16 grupos experimentais foram plantadas no campo, no espaçamento de 4,0 m X 7,0 m, perfazendo 4 hectares e conduzidas sem irrigação. Para um total de 755 plantas, 635 eram dos mutantes selecionados; 40 eram de plantas do PSC e 80 plantas do PCC.

Para determinar o número médio de sementes, foram coletados, ao acaso, 10 frutos de cada planta, durante três anos (1997, 1998 e 1999). As sementes foram extraídas, contadas e calculou-se a média de sementes por fruto de cada planta. Os

outros 15 parâmetros avaliados foram: altura da planta; diâmetro médio de copa; índice de conformação de copa (razão entre altura da planta e diâmetro de copa); altura e diâmetro de fruto; relação entre altura e diâmetro de fruto (A/L); peso de fruto; peso do suco; espessura da casca de fruto; porcentagem de suco; sólidos solúveis totais (SST); acidez titulável e ratio do suco (relação entre sólidos solúveis e acidez do suco). Foi também verificada a ocorrência de sintomas (incidência) de cancro-cítrico nas plantas e nos frutos.

Os parâmetros de qualidade de suco foram avaliados no Laboratório de Qualidade de Frutas Cítricas do Centro de Citricultura ‘Sylvio Moreira’ do IAC, em Cordeirópolis-SP. Os teores de sólidos solúveis totais foram determinados em refratômetro, e os valores, expressos em graus brix. A acidez titulável foi determinada por meio de titulação de 25 ml de suco, diluídos com 100 ml de água, com solução de NaOH (0,3125 N) até o pH 8,2. A acidez titulável foi calculada pela fórmula: acidez = volume de NaOH (em ml) gasto na titulação X fator de correção da diluição (0,08). O ratio foi calculado através da razão entre o SST e a acidez titulável da amostra.

A incidência de cancro-cítrico em folhas e em frutos foi avaliada em condições naturais de presença da doença, sendo avaliados os quatro quadrantes (Norte, Sul, Leste e Oeste) de cada planta e dadas notas para a % de incidência de cancro-cítrico nas folhas e frutos, segundo a seguinte escala: nota 0 - incidência de 0%; nota 1 - incidência de 1 a 10%; nota 2 - incidência de 10 a 20%; nota 3 - incidência de 20 a 30%; nota 4 - incidência de 30 a 40% e nota 5 - para incidência acima de 40%. A seguir, calculou-se a média das notas dadas para cada planta.

Para as análises estatísticas, utilizou-se o procedimento GLM do sistema SAS, versão 6.11, de dois modos: 1. considerando cada tratamento em comparação com a média geral das plantas-controle; 2. comparando cada tratamento, com o controle do grupo. Realizaram-se o teste F e o teste de Dunnett, que comparam os tratamentos com o controle. Para todos os parâmetros avaliados, também foi efetuada a análise conjunta dos dados obtidos nos três anos, com o objetivo de verificar a existência de interação entre anos e tratamentos.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Dentre os 127 mutantes putativos utilizados no experimento, apenas 46 apresentaram redução significativa no número de sementes nos três anos, com valores médios variando entre 0,16 e 3,42 sementes por fruto (Tabela 1), considerando-se as duas formas de análise, comparando os tratamentos com o controle do grupo e com a média geral de todos os controles experimentais. Nos mutantes restantes, alguns apresentaram frutos com redução significativa no número de sementes, mas não nos três anos, e os demais não diferiram estatisticamente do controle (PCC) neste parâmetro, em nenhum ano.

Pela Tabela 1, observa-se que 15 mutantes apresentaram frutos contendo entre 1 e 2 sementes em média e apenas 9 tratamentos apresentaram frutos com número de sementes inferior a 1, na média dos três anos avaliados (mutantes 16; 21; 27; 28; 32; 33; 58; 59 e 101).

Os mutantes 16; 21; 32 e 33, além do número reduzido

de sementes, apresentaram, nos 15 outros parâmetros avaliados, alterações que dificultam a sua utilização comercial. Como exemplos, podem-se citar os mutantes 21 e 32, que apresentaram reduções significativas no diâmetro de frutos e frutos com menor quantidade de suco (Tabelas 2 e 4). O mutante 21 ainda apresentou suco com teor reduzido de sólidos solúveis totais (SST) e plantas com tamanho e formato (ICC) distintos do controle (Tabela 3). O mutante 16 também apresentou frutos com menor quantidade de suco e menor teor de SST (Tabela 4). O mutante 33 apresentou plantas mais altas e com maior diâmetro de copa (Tabela 3); frutos com maior altura, formato (A/L) distinto do controle e com menor porcentagem de suco (Tabelas 2 e 4), características estas que podem impedir a sua utilização comercial.

Os mutantes 27; 28 e 58, que apresentaram alterações significativas nos parâmetros diâmetro de copa ou altura de planta (Tabela 3), e os de número 59 e 101, que não apresentaram alterações nos 15 outros parâmetros avaliados, possuem um maior potencial para serem lançados como novos mutantes de laranja-‘Pêra’ com baixo número de sementes.

Na Figura 1, estão representados frutos do tratamento 101 e do controle; nesta, verifica-se o número reduzido de sementes no fruto mutante. Noutras características (tamanho, altura, formato e espessura de casca, entre outras), o fruto do tratamento 101 não difere do controle.

Spiegel-Roy et al. (1985; 1990) relataram a obtenção de mutantes sem sementes de limão-‘Eureka’ e ‘Villafranca’, selecionados na geração  $M_1V_3$  (com três propagações vegetativas), após a irradiação de borbulhas com doses entre 24 e 60 Gy de raios-gama. Hearn (1984) utilizou-se do tratamento mutagênico de sementes para obter mutantes contendo frutos sem sementes, em laranja-‘Pineapple’ e de duas variedades de “grapefruit”. A maior frequência de aparecimento de mutantes sem sementes foi obtida utilizando-se de dosagens de 150 e 250 Gy de raios-gama.

No presente estudo, entre as oito plantas pertencentes ao grupo do PSC (Pêra selecionada do controle – não irradiada), apenas a planta 68 apresentou frutos com redução significativa no número de sementes (média de 3,60 sementes por fruto) em comparação com o PCC (Tabela 1), nos três anos. Isto sugere a existência de variabilidade para esta característica no material inicial, isto é, variabilidade preexistente nas borbulhas irradiadas.

Domingues & Tulmann Neto (1999) avaliaram o número de sementes de 9 clones de laranja ‘Pêra’ e de 25 outras variedades de laranja-doce. Os autores observaram alta variabilidade para este parâmetro, que se situou entre 0,02 semente por fruto, para a variedade ‘Cametá’, e 20,9 sementes, para a variedade ‘Caipira comum’. Os clones de laranja-‘Pêra’ avaliados apresentaram valores intermediários (entre 0,23 e 6,25 sementes por fruto), sendo que os clones Perão e Pêra sem semente foram os que apresentaram menor número de sementes, com 0,23 e 0,78 semente por fruto, respectivamente.

Baseado nos resultados obtidos por Domingues & Tulmann Neto (1999), pode-se concluir que a cultivar ‘Pêra’, em comparação com outras variedades comerciais de citros, não apresenta um número elevado de sementes. Entretanto, seria altamente desejável a obtenção de outros clones mutantes de laranja-‘Pêra’ com pequeno número de sementes por fruto.

A obtenção de vários mutantes com pequeno número

de sementes (entre 0,16 e 2,0 sementes por fruto), no presente estudo reforçam a idéia da ocorrência de mutações somáticas nas borbulhas irradiadas com raios-gama, pois, mesmo tendo sido observada variabilidade para este parâmetro em plantas do controle não irradiado (PSC), o mínimo de sementes por fruto foi de 3,6 na planta 68.

Segundo Spiegel-Roy (1990), a ausência de sementes em citros provavelmente é regulada por poucos genes recessivos. O autor baseou-se nos vários relatos, em diversas espécies de citros (laranja, “grapefruit”, tangelo e limão), da seleção de mutantes sem sementes em populações de plantas  $M_1V_2$  relativamente pequenas (entre 60 e 160 plantas).

A análise conjunta dos dados demonstrou que, para os 16 parâmetros avaliados, houve diferenças significativas entre tratamentos (mutantes) e também entre anos, mas não foi significativa a interação ano X tratamento. Isto indica que foram obtidos tratamentos com baixo número de sementes (F significativo para tratamento), e que, embora tal número pudesse ter variado de acordo com os anos (F significativo para ano), tais tratamentos mantiveram baixo o número de sementes durante os três anos, comparando-se com outros que apresentaram maior número de sementes (interação ano X tratamento não significativa).

Shanchun et al. (1991) avaliaram, durante cinco anos, o número médio de sementes por fruto, de duas linhagens mutantes de laranja que apresentavam frutos sem sementes. Como resultados, os autores observaram médias entre 0,06 a 1,91 semente por fruto, sem ter havido diferenças estatisticamente significativas entre plantas de uma mesma linhagem e também entre anos. O caráter mutante foi considerado como estável e que podia ser transmitido à progênie. Estes mutantes foram lançados comercialmente na China, em várias áreas produtoras de citros.

A ocorrência dos mutantes somáticos espontâneos é geralmente baixa, daí o interesse, como no presente trabalho, de aumentar-se a sua frequência por meio de mutagênicos, que podem ampliar várias vezes a frequência de mutação espontânea, aumentando a variabilidade genética a ser explorada durante a seleção. Segundo Lapins (1983) e Tulmann Neto et al. (1990), em trabalhos de melhoramento de frutíferas usando indução de mutações, após a obtenção de mutantes, deve-se analisar a estabilidade genética para a característica mutada e também a ocorrência de alterações em outras características, antes da liberação como uma nova cultivar. Tal estabilidade pode ser detectada através de uma análise cuidadosa, por vários anos, de plantas obtidas a partir de ramos da planta mutante propagados vegetativamente, dando-se preferência aos mutantes que aparentemente não apresentem quimerismo (sólidos ou periclinais).

Para Spiegel-Roy (1990), a obtenção de mutantes com alteração de apenas uma característica e manutenção das restantes do genótipo original constituem-se numa das vantagens da mutagênese induzida no melhoramento de plantas. No presente estudo, puderam-se observar dois exemplos, os mutantes 59 e 101, que apresentaram, durante três anos, redução significativa no número de sementes (médias de 0,61 e 0,21 semente/fruto, respectivamente) e não apresentaram alterações significativas para as outras características avaliadas.

**TABELA 1** - Número médio de sementes por fruto, de clones selecionados de laranja-'Pêra' (clones irradiados e não irradiados), anos de 1997, 1998, 1999 e média do período.

T r a t a m e n t o	1 9 9 7	1 9 9 8	1 9 9 9	M é d i a d o s 3 a n o s
5	1,53 *	2,36 *	1,02 *	1,64 *
6	0,60 *	2,82 *	1,45 *	1,62 *
9	1,13 *	1,07 *	1,40 *	1,20 *
10	3,00 *	3,94 *	2,50 *	3,15 *
12	1,80 *	3,20 *	1,55 *	2,18 *
13	1,13 *	1,83 *	0,92 *	1,29 *
16	0,25 *	0,70 *	0,28 *	0,41 *
17	1,67 *	2,28 *	1,53 *	1,82 *
21	0,90 *	0,85 *	0,48 *	0,74 *
24	2,90 *	4,15 *	2,98 *	3,34 *
25	2,70 *	2,58 *	2,07 *	2,45 *
27	0,33 *	0,51 *	0,25 *	0,37 *
28	0,15 *	0,21 *	0,13 *	0,16 *
29	2,43 *	3,24 *	2,54 *	2,74 *
31	2,93 *	2,88 *	3,02 *	2,95 *
32	0,60 *	1,08 *	0,48 *	0,72 *
33	0,27 *	0,54 *	0,25 *	0,35 *
36	1,77 *	2,16 *	2,16 *	2,03 *
37	2,70 *	3,62 *	2,96 *	3,09 *
39	2,93 *	3,80 *	3,23 *	3,32 *
42	0,90 *	1,34 *	0,88 *	1,04 *
46	0,97 *	2,04 *	1,16 *	1,39 *
49	1,17 *	2,52 *	1,84 *	1,84 *
50	1,60 *	1,76 *	1,52 *	1,63 *
54	1,60 *	2,70 *	1,38 *	1,89 *
55	2,00 *	3,48 *	2,54 *	2,67 *
56	1,10 *	1,76 *	1,40 *	1,42 *
57	2,00 *	2,16 *	1,88 *	2,01 *
58	0,47 *	0,27 *	0,14 *	0,29 *
59	0,40 *	0,98 *	0,45 *	0,61 *
62	3,23 *	3,20 *	2,80 *	3,08 *
66	2,97 *	3,20 *	3,08 *	3,08 *
67	2,03 *	2,92 *	2,42 *	2,46 *
71	0,93 *	1,48 *	1,14 *	1,18 *
72	2,33 *	3,70 *	1,55 *	2,53 *
78	0,87 *	1,63 *	1,46 *	1,32 *
81	2,00 *	2,12 *	2,06 *	2,06 *
84	2,57 *	3,10 *	2,67 *	2,78 *
87	3,10 *	3,94 *	2,62 *	3,22 *
89	3,33 *	3,22 *	3,20 *	3,25 *
96	1,37 *	2,93 *	1,55 *	1,95 *
100	1,50 *	2,07 *	0,80 *	1,46 *
101	0,25 *	0,48 *	0,15 *	0,29 *
105	3,20 *	2,58 *	2,30 *	2,69 *
112	2,47 *	5,08 *	2,26 *	3,27 *
125	3,33 *	4,44 *	2,48 *	3,42 *
68 (P S C)	3,57 *	4,02 *	3,22 *	3,60 *
C o n t r o l e (P C C)	6,62	7,07	5,40	6,33
F	7,59 **	9,02 **	8,33 **	19,33 **
C V (%)	26,3	28,1	29,5	29,5

\* Significativo em relação ao controle, ao nível de 0,05, pelo teste de Dunnett.

\*\* Significativo ao nível de 0,01, pelo teste F.

**TABELA 2** - Valores médios de três anos da altura e diâmetro de frutos, relação entre altura e diâmetro de frutos (A/L), espessura de casca, peso do fruto e peso do suco, de clones irradiados de laranja-'Pêra'.

T r a t a m e n t o	A l t u r a d e F r u t o (c m)	D i â m e t r o d e F r u t o (c m)	R e l a ç ã o (A / L)	E s p e s s u r a d e c a s c a (c m)	P e s o d o f r u t o (g)	P e s o d o s u c o (g)
16	7,80	6,96	1,12 *	0,46	205,0	64,9 *
21	7,25	6,89 *	1,05	0,54 *	171,6 *	57,0 *
27	7,33	7,06	1,04	0,34	193,9	78,9
28	7,70	7,23	1,06	0,37	216,3	83,5
32	7,63	6,90 *	1,11 *	0,42	195,1	69,1 *
33	8,10 *	7,25	1,12 *	0,44	222,6	80,5
58	7,44	7,11	1,05	0,36	204,3	83,1
59	7,38	7,05	1,05	0,40	194,2	82,4
101	7,47	7,28	1,03	0,41	218,1	85,2
C o n t r o l e	7,66	7,26	1,06	0,39	215,4	90,2
F	6,06 **	4,98 **	2,96 **	3,23 **	5,66 **	5,29 **
C V (%)	5,0	4,6	3,8	17,8	11,2	15,1

\* Significativo em relação ao controle, ao nível de 0,05, pelo teste Dunnett, utilizando a análise conjunta de dados dos três anos.

\*\* Significativo ao nível de 0,01, pelo teste F, utilizando a análise conjunta de dados dos três anos.

**TABELA 3** – Valores médios de três anos da altura de planta, diâmetro de copa, relação entre altura de planta e diâmetro de copa (ICC), incidência de cancro-citríco em folhas (cancro folhas) e em frutos (cancro frutos), de clones irradiados de laranja-‘Pêra’.

Tratamento	Altura de Planta (m)	Diâmetro da Copa (m)	ICC	Cancro Folhas	Cancro Frutos
16	2,20 *	2,01	1,09	2,5	3,0
21	3,01 *	2,01	1,50 *	2,8	3,1
27	2,76	2,57 *	1,07	2,9	3,5
28	2,74	2,57 *	1,07	3,0	3,3
32	2,77	2,40	1,15	2,7	2,7
33	2,92 *	2,64 *	1,11	2,7	2,7
58	2,85 *	2,66 *	1,07	2,8	3,1
59	2,66	2,42	1,10	2,7	3,1
101	2,77	2,49	1,11	2,7	2,7
Controle	2,54	2,26	1,12	2,8	3,0
F	8,42 **	7,48 **	3,18 **	1,95 **	1,94 **
CV (%)	9,7	12,7	14,4	26,7	20,6

\* Significativo em relação ao controle, ao nível de 0,05, pelo teste Dunnett, utilizando a análise conjunta de dados dos três anos.

\*\* Significativo ao nível de 0,01, pelo teste F, utilizando a análise conjunta de dados dos três anos.

**TABELA 4** – Valores médios de três anos de SST, acidez titulável e ratio do suco de frutos, porcentagem de suco nos frutos, de clones irradiados de laranja-‘Pêra’.

Tratamento	SST (° Brix)	Acidez Titulável	Ratio (SST/Acidez)	Porcentagem de Suco no Fruto
16	7,68 *	0,50	15,4	31,6 *
21	7,30 *	0,52	14,0	33,2 *
27	8,73	0,60	14,5	40,6
28	8,47	0,58	14,6	38,6
32	8,48	0,51	16,6	35,4 *
33	8,77	0,54	16,2	36,1 *
58	8,74	0,66	13,2	40,6
59	8,62	0,61	14,1	42,4
101	8,48	0,59	14,4	39,1
Controle	8,90	0,59	15,1	41,9
F	5,33 **	2,42 **	2,39 **	3,59 **
CV (%)	8,5	14,6	14,6	10,7

\* Significativo em relação ao controle, ao nível de 0,05, pelo teste Dunnett, utilizando a análise conjunta de dados dos três anos.

\*\* Significativo ao nível de 0,01, pelo teste F, utilizando a análise conjunta de dados dos três anos.



**FIGURA 1.** Frutos de laranja-‘Pêra’. Acima: fruto do mutante 101, que não apresenta sementes. Abaixo: fruto do controle (PCC), com a presença de sementes.

## CONCLUSÕES

Por meio da irradiação de borbulhas com raios- gama, foram obtidos 46 mutantes com menor número de sementes, quando comparados com a cultivar original e a cultivar comercial ‘Pêra’, incluída como controle. Embora houvesse variação de acordo com o ano, o número baixo de sementes foi mantido por três anos consecutivos, indicando estabilidade genética. Dos mutantes avaliados, dois deles não apresentaram alterações significativas para características agrônômicas de importância, relacionadas a fruto, qualidade e quantidade de suco e morfologia da planta, indicando a utilidade de indução de mutação para a alteração de uma ou poucas características agrônômicas, mantendo-se inalterado o restante do genótipo. Em muitos dos mutantes obtidos, existiram alterações de importância, concluindo-se pela necessidade de se trabalhar com grandes populações, o que possibilita a obtenção um grande número de mutantes para a característica desejada, permitindo-se a seleção dos melhores.

## AGRADECIMENTOS

Agradecemos à FAPESP, pela bolsa de estudos oferecida ao primeiro autor, e pelo financiamento total do projeto (Processos Nº 98/13677-7 e Nº 97/10969-4).

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGRIANUAL 2000: Anuário da agricultura brasileira. São Paulo: FNP Consultório e Comércio, 2000. p. 305-310.

AMARO, A.A.; MAIA, M.L. Produção e comércio de laranja e de suco no Brasil. **Laranja**, Cordeirópolis, v.18, n.1, p.1-26, 1997.

DOMINGUES, E.T.; TULMANN NETO, A. Influência da polinização e da morfologia floral da frutificação de variedades de laranja-doce. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.56, n.1, p.163-170, 1999.

FAO. **FAO Production Yearbook**, Roma, v.52, p.55, 1998.

GONÇALVES, J.S.; SOUZA, S.A.M. Produção e comercialização de laranja de mesa no Estado de São Paulo. **Laranja**, Cordeirópolis, v.15, n.2, p.35-84, 1994.

HEARN, C.J. Development of seedless orange and grapefruit cultivars through seed irradiation. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v.109, n.2, p.270-273, 1984.

LAPINS, K.O. Mutation breeding. In: MOORE, J.N.; JANICK, J. (eds). **Methods in fruit breeding**, West Lafayette, Purdue University Press, 1983, p.74-99.

MOREIRA, C. S.; PIO, R.M. Melhoramento de citros. In: RODRIGUEZ, O. (ed.). **Citricultura brasileira**, Campinas: Fundação Cargill, 1991. v.1, p.116-152.

PIO, R.M. Tangerinas para o verão. **Laranja**, Cordeirópolis, v.14, n.2, p.539-549, 1993.

SHANCHUN, C.; FENG, G.; JINREN, Z. Studies on the seedless character of citrus induced by irradiation. **Mutation Breeding Newsletter**, Viena, n.37, p.8-9, 1991.

SPIEGEL-ROY, P. Economic and agricultural impact of mutation breeding in fruit trees. **Mutation Breeding Review**, Viena, n.5, p.215-235, 1990.

SPIEGEL-ROY, S.; VARDI, A.; ELHANATI, A. Seedless induced mutant in lemon (*Citrus limon*). **Mutation Breeding Newsletter**, Viena, n.26, p.1-2, 1985.

SPIEGEL-ROY, S.; VARDI, A.; ELHANATI, A. Seedless induced mutant in highly seeded lemon (*Citrus limon*). **Mutation Breeding Newsletter**, Viena, n.36, p.11, 1990.

SPINA, P.; MANNINO, P.; REFORGIATO RECUPERO, G.; STARRANTINO, A. Use of mutagenesis at the Instituto Sperimentale per Lagrumicoltura Acireale: Results and prospects for the future. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON THE CONTRIBUTION OF PLANT MUTATION BREEDING TO CROP IMPROVEMENT, 1991, Viena. **Proceedings...** IAEA, 1991. p.257-261.

TULMANN NETO, A.; ANDO, A.; MENDES, B. M. J. Ampliação da variabilidade em algumas frutíferas através da indução de mutações. In: PRIMEIRO SIMPÓSIO LATINO-AMERICANO SOBRE RECURSOS GENÉTICOS DE ESPÉCIES HORTÍCOLAS, 1990, Campinas. **Anais...** Fundação Cargill, 1990. p.148-169.

VARDI, A.; ELHANATI, A.; FRYDMAN-SHANI, A.; NEUMANN, H.; SPIEGEL-ROY, P. New considerations on the choice of irradiation dose rate in *Citrus*. In: IAEA (Ed.) **Induced mutations and molecular techniques for crop improvement**. Viena, 1995. p.667-670.