

## RADIOSENSITIVIDADE DAS SEMENTES DO MARMELEIRO (*Cydonia oblonga* Mill.)<sup>1</sup>

DALL'ORTO, F.A.C.<sup>2\*</sup>; OJIMA, M.<sup>2</sup>; FERRAZ, E.S.B.<sup>3</sup>; NASCIMENTO F.<sup>3</sup>, V.F.<sup>3</sup>;  
HIROCE, R.<sup>2</sup>; IGUE, T.<sup>2</sup>; MENTEN, J.O.M.<sup>2\*</sup>; TULMANN NETO, A.<sup>2</sup>; ANDO, A.<sup>2\*</sup>

### RESUMO

No trabalho é relatada experimentação envolvendo a irradiação de sementes do marmeleiro (*Cydonia oblonga* Mill.) por fonte gama, e a com posição mineral das plantas resultantes, para obtenção de informações subsidiárias ao melhoramento, por indução de mutação. Analisaram-se, assim, os seguintes aspectos:

#### - Radiossensitividade das sementes

As sementes de três materiais clonais de marmeleiro: "Portugal" (Indaiatuba), "Portugal" (Jundiaí) e "Smyrna" foram submetidas a onze doses crescentes de radiação gama - 50 a 15.000 R - avaliando seus efeitos na capacidade germinativa e no comportamento das plantas emergentes.

As sementes irradiadas, semeadas sem a estratificação a frio úmido, resultou, para todos os tratamentos de irradiação, em emergência iníqua de plântulas, com desenvolvimento bem deficiente. Assim, contrariando a expectativa primeira, a radiação não se mostrou eficaz, na quebra de dormência fisiológica das sementes de marmelo.

Através da estratificação das sementes irradiadas, e posterior semeadura, foi possível coletar os elementos mais adequados à indicação de radiossensitividade: germinação parcial das sementes, ainda no ambiente de estratificação; emergência final das plântulas em canteiros; sobrevivência e desenvolvimento das plantas.

Os percentuais médios a esses parâmetros apresentaram-se com tendências declinantes pela

aplicação de doses baixas e crescentes de radiação - 50 a 750 R. Nas doses intermediárias - 1.000 a 1.250 R - esses percentuais estabilizaram-se ou apresentaram-se propensos a estímulos, ao passo que nas mais elevadas, observaram-se nítidos decréscimos.

A germinação parcial, ainda no frigorífico, revelou ser de grande valor prático à determinação da radiossensitividade, por mostrar uma direta correlação com a emergência das plântulas.

O marmeleiro "Portugal" (Jundiaí) mostrou ser o menos radiossensitivo dos três materiais testados.

Considerando os dados levantados, acrescidos de observação visual dos danos fisiológicos, chegou-se à conclusão de que a obtenção de uma população de plantas desejáveis, em 30 a 50% inferiores às controles, seria adequada a um programa de melhoramento do marmeleiro por indução de mutação. A esse propósito, sugere-se que sejam aplicadas às sementes, de mesmo teor de umidade - 8,8 a 9,0% - doses agudas de radiação gama, dentro dos seguintes níveis extremos, conforme o material clonal: "Portugal" (Indaiatuba) - 1.000 a 5.000 R; "Portugal" (Jundiaí) - 2.500 a 10.000 R; e "Smyrna" - 1.250 a 5.000 R.

#### - Efeitos da radiação na composição mineral das plantas.

Determinou-se a concentração de cinco macro e cinco micronutrientes nas plantas, procurando correlacioná-la com as diferentes dosagens de radiação gama, aplicadas às sementes de marmelos: "Portugal" (Indaiatuba), "Portugal" (Jundiaí) e "Smyrna". Foram ainda considerados, por material clonal e por doses de radiação, o peso e a porcentagem de matéria seca nas raízes, e nos caules mais folhas, além do teor d'água nas plantas.

As concentrações dos macronutrientes, na parte aérea das plantas, apresentaram-se, em termos médios, na seguinte ordenação decrescente: N, K, Ca, Mg e P, e dos micronutrientes: Mn, Fe, Zn, B e Cu. Dentre os macronutrientes, o nitrogênio sofreu as maiores variações nas concentrações, quando os tratamentos eram representados por doses mais elevadas; depois do N, o potássio

<sup>1</sup>Parte da Dissertação apresentada pelo 1º autor à Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba. Área de Concentração: Energia Nuclear na Agricultura.

<sup>2</sup>Instituto Agrônomo do Estado, IAC, Caixa Postal 28, 13.100-Campinas, SP. Brasil

<sup>3</sup>Pesquisadores - CENA/USP, Caixa Postal 96, 13.400-Piracicaba, SP. Brasil.

\*Bolsistas - CNPq

foi o mais alterado. Quanto aos micronutrientes, o ferro e o manganês se constituíram naqueles que sofreram os maiores desequilíbrios.

Constatou-se também, que aumentos nas doses de radiação gama conduziram a decréscimos sensíveis da parte aérea das plantas - caules e folhas - e acréscimos nos percentuais de raízes, em torno de 7%. O teor de água também variou em uma crescente - em torno de 6% - do conjunto-controle ao das doses mais elevadas. A diminuição relativa média de extração dos nutrientes, considerando ainda os tratamentos extremos, foi de cerca de três vezes, baseando nas suas concentrações na matéria seca.

Termos para indexação: marmeleiro, *Cydonia oblonga* Mill., sementes, radiosensibilidade, composição mineral, melhoramento.

## 1. INTRODUÇÃO

Este trabalho consta de uma série de desenvolvimentos experimentais realizados na Seção de Fruticultura de Clima Temperado, do Instituto Agronômico de Campinas, com a colaboração de Seções básicas do mesmo e do Centro de Energia Nuclear na Agricultura - CENA(USP) - de Piracicaba, SP. Neste é dado enfoque especial na aplicação de radiação ionizante, no caso, a gama, visando ao estudo da radiosensibilidade do marmeleiro, ainda na germinação e emergência das sementes, e no comportamento das plantas da geração M<sub>1</sub>. Efeitos da aplicação de doses crescentes de radiação gama nas sementes e seus reflexos na composição químico-mineral das plantas também são considerados, com o principal objetivo de se subsidiar a metodologia de melhoramento desta espécie frutícola, por indução de mutação com a radiação gama (CAMPO DALL'ORTO, 1982).

Na Argentina, no único exemplo dessa aplicação no marmeleiro, ROBY (1972) irradiou, com raios X, ramos da variedade "Champion", usando as doses de 2.000, 4.000 e 6.000 R\*, que exercitados e deixados a se desenvolver, evidenciaram mutações interessantes em algumas características da planta e do fruto.

A determinação da radiosensibilidade das sementes, por sua vez, é imprescindível para montar a aplicação desse método de melhoramento, de uma espécie ou de uma variedade em particular, quando assim propagada (CAMPO DALL'ORTO et al. 1983).

De outro modo, desconhece-se o comportamento das sementes e da resposta das próprias plantas de marmeleiro obtidas, quando submetidas às primeiras, à radiação gama, às tentativas de quebra de dormência fisiológica, necessária a uma adequada germinação. Consta, ainda, que os primeiros trabalhos acerca dos efeitos das radiações sobre sementes, iniciaram-se por volta de 1912/13, com MOLISH, observando-se o efeito dos raios-X, nos mesmos fenômenos de dormência, ocorridos em sementes de essências florestais (FAO/IAEA, citados por FERREIRA et al., 1968).

Por último, convém lembrar da absoluta escassez de literatura que relacione os efeitos de

aplicação de doses agudas de radiação gama nas sementes de frutíferas, e a composição química mineral das plantas delas resultantes. A análise inorgânica, nesse particular, fornece os dados sobre a capacidade de equilíbrio e as suas interações, além de mostrar, em primeira aproximação, os teores elementares disponíveis no solo.

No presente caso, levantou-se a hipótese, que plantas de diferentes materiais clonais de marmeleiro - gerações M<sub>1</sub> - oriundas de sementes irradiadas, evidenciando distúrbios fisiológicos ou genéticos visíveis, mantidos em meio de cultivo homogêneo e sob mesmas condições ambientais, devessem caracterizar desordens nutricionais detectáveis. Essas anormalidades são verificadas, confrontando-se as concentrações desses elementos e aquelas constatadas às plantas-controle, de sementes não irradiadas.

Tendo em vista visualizarem-se os efeitos fisiológicos precocemente, e em geral, na parte aérea das plantas, é de se esperar que os elementos que apresentam as maiores variações, sejam aqueles diretamente envolvidos na atividade fotossintética, ou indiretamente, através de equilíbrio dinâmico e de interações vitais.

De modo genérico e sumário, de acordo com MALAVOLTA et al. (1974), as principais funções dos elementos estudados nas plantas, prendem-se nas seguintes: nitrogênio - papel plástico, formador de tecidos e das proteínas; potássio - apresenta-se em concentração elevada nos tecidos de crescimento, participa de sistemas enzimáticos e interage com o nitrogênio; cálcio - junto ao boro, é importante para a formação e funcionamento das raízes; cobre - mostra-se com teor elevado na parte aérea, sendo menor a atividade fotossintética quando em deficiência; ferro - conhecido por suas interações nutricionais com o manganês; manganês - apresenta-se em concentrações mais elevadas nos pontos fisiologicamente mais ativos das plantas. Além de ser ativador de várias enzimas, deve exercer importante papel na fotossíntese, porquanto, a sua intensidade diminui quando ocorre deficiência.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1. Radiosensibilidade das sementes

#### 2.1.1 - Germinação, emergência, sobrevivência e desenvolvimento das plantas.

À realização da experimentação proposta, foram colhidos, em fevereiro de 1976, cerca de 100 frutos maduros, uniformes e sadios, de cada uma das duas variedades de marmeleiro - Portugal e Smyrna - constantes do ensaio de poda, na Estação Experimental de Jundiá, e mais 100 frutos igualmente escolhidos, de um possível clone da Portugal, cultivado na propriedade particular dos Irmãos Jacober, no Bairro de Helvetia, em Campinas, em área limítrofe com o Município de Indaiatuba, SP.

Desses frutos, efetuou-se extração cuidadosa das sementes que iam sendo imediatamente lavadas em água corrente, tratadas com solução de thiran a 2%, e postas a secar em ambiente de laboratório, por dez dias. As sementes assim preparadas - em número aproximado de 3.600 por variedade - foram colocadas em sacos plásticos

\* R - roentgen; unidade de exposição à radiação gama ou X.

fechados e armazenados em câmara frigorífica, a 5-10°C. Nessas condições permaneceram por cerca de seis meses, até a véspera de data estabelecida à irradiação, quando foram amostradas, por variedade, 48 parcelas de 50 sementes, aos 24 tratamentos idealizados. Estas sementes foram selecionadas e separadas individualmente, objetivando-se a maior uniformidade possível dentro do mesmo material clonal. Para isso, escolheram-se, por clone, sementes íntegras, de mesmo aspecto geral e tamanho, uniformizadas pelo peso. Concomitantemente, amostraram-se mais 400 sementes por material, que se destinavam: a) ao envio de 200, à Seção de Sementes do Instituto Agronômico, para determinação de umidade, e b) à reserva de outras 200, a fim de serem estratificadas posteriormente, visando a determinação do volume nuclear interfásico - VNI - junto à Seção de Citologia, do mesmo Instituto.

Os tratamentos de irradiação das sementes foram programados, com doses agudas de radiação gama do  $^{60}\text{Co}$ , baseando-se em alguns poucos dados norteadores de literatura, disponíveis para sementes de pessegueiro (HOUGH et al. 1965), outra rosácea frutífera, com número diploide de cromossomos -  $2n = 16$  - e portanto, menos que a metade do número esperado ao marmeleiro. Outras indicações foram obtidas através de testes sumários, preliminarmente efetuados (CAMPO DALL'ORTO, 1977), com irradiação de sementes de pessegueiro, de caqui e de noqueira-macadâmia.

Assim, em 09/09/1976, aplicaram-se às sementes de marmeleiro, as doze seguintes doses agudas reais (nominais, entre parêntesis) de radiação gama: 0,00R; 38,33(50)R; 268,33(250)R; 498,33(500)R; 766,67(750)R; 966,67(1.000)R; 1.265,00(1.250)R; 2.491,67(2.500)R; 4.983,33(5.000)R; 7.513,33(7.500)R; 10.005,00(10.000)R e 14.988,33(15.000)R.

Na irradiação das sementes, efetuada no Centro de Energia Nuclear na Agricultura - CENA-USP, em Piracicaba, utilizaram-se fontes de Cobalto-60 (radiações gama com energias de 1,17 e 1,33 MeV), modelo "Gamma Bean 650", de procedência da "Atomic Energy of Canada Limited". A taxa de dose empregada foi de 23,0 kR/hora, com duas fontes (de número 4 e 10), distanciadas de 80 cm, e as amostras colocadas em posição central. A cada dose de radiação, as amostras foram constituídas de quatro parcelas de 50 sementes por material clonal de marmeleiro, parcelas essas encerradas em saquinhos de papel-manteiga.

Concomitantemente aos tratamentos de irradiação, efetuaram-se, na Seção de Sementes do Instituto Agronômico, determinações de umidade das sementes, sendo constatados, as seguintes teores médios por material clonal: "Portugal" (Indiana) - 8,9%; "Portugal" (Jundiaí) - 9,0% e "Smyrna" - 8,8%. Nessas determinações foram utilizadas duas amostras de 100 sementes por material clonal, e cada amostra apresentando um peso médio inicial de 3,8 gramas. Os teores estimativos médios, em porcentagem, foram obtidos através da secagem das sementes em estufa, a 105°C, até peso constante.

De acordo com esses resultados, os teores de umidade situam-se dentro dos limites esperados para sementes extraídas e deixadas a secar, em equilíbrio, sob condições ambientais de laboratório; os valores médios encontrados aos três materiais, inclusive, apresentam-se bem próximos. Tais resultados podem ser caracterizados

como de grande valia nesta metodologia, quando se deseja comparar dados relativos de radiosensitividade de diferentes amostras de sementes. De acordo com evidências experimentais, os efeitos das radiações ionizantes à uma espécie ou variedade em particular, dependem dentre várias outras condições, principalmente, do teor de umidade das sementes (GUNCKEL e SPARROW, 1953; CALDECOTT, 1955 e HEASLIP, 1959).

No dia seguinte à irradiação, o conjunto total das sementes, ainda nas respectivas embalagens, comportando todos os tratamentos, foi dividido em duas partes iguais, destinando-se uma à sementeira imediata, e outra à estratificação a frio úmido. Em seguida, as parcelas, individualmente, foram submetidas à hidratação por 24 horas. Em 11/09/76, o primeiro lote de sementes, somando ao todo 72 parcelas (12 tratamentos x 3 clones x 2 blocos) foi semeado em canteiros previamente preparados, contendo solo de mata tratado com fosfina, sob ripado, a 50% de luminosidade.

A estratificação das sementes se fez por um período de três meses, durante o qual, perfizeram-se vistorias quinzenais. Ao final do processo (em 10/12/76), procedeu-se ao controle da germinação, ainda no ambiente do frigorífico, e em seguida, à sementeira de todo o material - germinado e por germinar - também em canteiros de terra, sob ripado.

A sementeira dos materiais irradiados foi feita em sulcos contíguos, transversais aos canteiros, espaçados de 15cm, e as sementes colocadas à profundidade de 1cm, e equidistantes entre si de 4cm, segundo delineamento experimental de blocos ao acaso. Na oportunidade, retiraram-se duas amostras médias de terra desses canteiros, a fim de verificar suas características de fertilidade e de uniformidade. A análise química dessas duas amostras, referentes aos blocos experimentais, efetuada pela Seção de Fertilidade de Solo, do Instituto Agronômico de Campinas, revelou, respectivamente, os seguintes resultados: matéria orgânica = 9,4 e 8,0%; pH = 6,1 e 6,0;  $\text{PO}_4^{3-}$  = 3 e 1  $\mu\text{g}$ , e  $\text{K}^+$  = 39 e 36  $\mu\text{g/ml}$  de TFSa;  $\text{Ca}^{2+}$  = 10,2 e 8,5 e.mg, e  $\text{Mg}^{2+}$  = 1,5 e 1,4 e.mg, e  $\text{Al}^{3+}$  = 0,0 e 0,0 e.mg/100ml TFSa. Verificou-se que as amostras de terra dos dois blocos praticamente não diferiram entre si. De fato, essa uniformidade era desejável, eis que se pretendia, em estudo subsequente, submeter as plantas a análises químicas, para verificação de seus teores elementares, em função das diferentes doses de radiação.

No transcorrer do experimento, a partir da emergência das primeiras plântulas nos canteiros, efetuaram-se protocolos quinzenais, tanto nos tratamentos envolvendo a sementeira direta, quanto naqueles de estratificação a frio úmido. Nesse tempo, também foram feitas anotações de eventuais distúrbios fisiológicos ou genéticos nas plantas, quando visualmente constatados. O solo dos canteiros foi mantido sempre úmido através de regas periódicas, e as plantinhas pulverizadas semanalmente, com fungicidas e inseticidas: maneb e metassystox, respectivamente, a 0,3 e a 0,15%.

Em 10/03/77, passados três meses da sementeira do material submetido à estratificação a frio úmido, e seis meses da não estratificação, fez-se a leitura final da emergência das plantas. Em 11/05/77, anotou-se o número final

das plantas sobreviventes, além de se efetuar a medição das alturas individuais e a determinação do peso verde total, por parcela.

#### 2.1.2 - Composição mineral das plantas.

Efetuada as avaliações necessárias à experimentação anterior, todo o material, em suas parcelas individuais, foi remetido à Seção de Química Analítica do Instituto Agrônomo, para análise inorgânica, em termos da concentração, dos dez macro e micro-elementos seguintes: N, P, K, Ca, Mg, Fe, Mn, Cu, Zn e B. Esse procedimento foi adotado, com vistas a detectar possíveis transtornos ou desequilíbrios nos teores dos principais elementos, na parte aérea das plantas de marmeleiros, oriundas de sementes submetidas aos tratamentos com doses crescentes de radiação gama.

As análises químicas propostas, juntaram-se os diferentes tratamentos, em cinco grupos ou conjuntos de doses nominais, em R, a cada um dos três materiais clonais de marmeleiro, assim compostos:

- 1 - tratamento-controle, sem irradiação;
- 2 - 50, 250 e 500 R;
- 3 - 750, 1.000 e 1.250 R;
- 4 - 2.500 e 5.000 R; e,
- 5 - 7.500, 10.000 e 15.000 R.

Esses grupos foram estabelecidos, a fim de se propiciar maior quantidade de matéria seca, necessária à determinação química-analítica dos dez elementos considerados. A constituição desses grupamentos baseou-se no desenvolvimento relativo dos tratamentos como um todo, em termos da altura e do peso verde das plantas, e nas evidências de comportamento fisiológico-vegetativo, detectadas visualmente.

Determinou-se o peso das matérias verde e seca das raízes, e dos caules mais folhas, pelos conjuntos estabelecidos. Obteve-se assim, por soma, o peso da matéria seca total, que, subtraído da matéria verde inicial, proporcionou o cálculo do teor de água, por tratamento e por material clonal.

As análises propriamente, adotou-se a metodologia usada em escala de rotina na Seção de Química Analítica (BATAGLIA et al., 1978): determinação das concentrações totais de nitrogênio, fósforo e boro, respectivamente, segundo LOTT et al., (1956 e 1961); potássio (PERKIN-ELMER, 1971); cálcio e magnésio (BATAGLIA e GALLO, 1972); e, cobre, ferro, manganês e zinco (GALLO et al., 1971), por fotometria de chama de absorção. Ao cálculo das quantidades elementares na parte aérea das plantas, com base nos dados analíticos de concentração mineral, levou-se também em consideração, o porcentual equivalente em água.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.1. Radiossensitividade das Sementes

##### 3.1.1 - Sementes irradiadas e não estratificadas.

##### 3.1.1.1 - emergência das plântulas.

Os resultados finais médios da emergência de plântulas em porcentagem, das sementes dos três materiais clonais de marmeleiro - "Portugal" (Indaiatuba), "Portugal" (Jundiá) e "Smyrna" - submetidas a doses agudas e crescentes de radiação gama do  $^{60}\text{Co}$  e não estratificadas a frio úmido, encontram-se no Quadro 1.

QUADRO 1. - Resultados finais médios de emergência de plântulas em porcentagem, das sementes de marmelo, nos materiais clonais - "Portugal" (Indaiatuba), "Portugal" (Jundiá) e "Smyrna" - submetidas a doses agudas e crescentes de radiação gama do  $^{60}\text{Co}$  e não estratificadas a frio úmido.

TRATAMENTO (DOSE NOMINAL)	EMERGÊNCIA		
	"PORTUGAL" (INDAIATUBA)	"PORTUGAL" (JUNDIAI)	"SMYRNA"
(R)	(%)	(%)	(%)
0 (controle)	3,0	1,0	0,0
50	0,0	3,0	1,0
250	1,0	0,0	1,0
500	1,0	0,0	1,0
750	2,0	1,0	1,0
1.000	0,0	2,0	2,0
1.250	1,0	0,0	2,0
2.500	0,0	1,0	0,0
5.000	0,0	0,0	0,0
7.500	1,0	1,0	0,0
10.000	0,0	0,0	0,0
15.000	0,0	1,0	0,0

Observe-se o número incipiente de plântulas emergidas, entre os diversos tratamentos de exposição à radiação gama, nos quais semearam-se as sementes recém-extraídas, sem submetê-las ao processo de estratificação úmida e à baixa temperatura. Desse modo, a dormência das plântulas foi praticamente nula. As poucas plântulas emergentes apresentavam-se com pouco vigor, demonstrando condições de ananismo e de desenvolvimento lento e irregular. No exame das folhas constatadas nos canteiros, verificou-se, seis meses depois da semeadura, número elevado de sementes deterioradas, principalmente das doses mais elevadas de radiação. Nas doses mais baixas, constataram-se, por sua vez, grande número de sementes "duras", ainda íntegras, e sem condições de pronta germinação, confirmando, desse modo, não ter ocorrido, de fato, a quebra da dormência.

### 3.1.2 - Sementes irradiadas e estratificadas.

#### 3.1.2.1 - germinação das sementes e emergência das plântulas.

No Quadro 2 são apresentados os resultados médios em porcentagem, relativos aos protocolos: inicial, de germinação parcial das sementes em frigorífico, e final, de emergência total das plântulas nos canteiros, dos materiais clonais de marmeleiro - "Portugal" (Indaiatuba), "Portugal" (Jundiaí) e "Smyrna" - e as respectivas transformações em arc.sen. VP/100, dos tratamentos de sementes com doses agudas e crescentes de radiação gama do <sup>60</sup>Co e estratificação a frio úmido. Junto aos dados transformados são também apresentadas as letras indicadoras de significância - pelo teste de Tukey, ao nível

de 5% - os valores e significâncias dos testes F, os valores dos desvios-padrão, dos coeficientes de variação e das diferenças significativas do teste de Tukey.

No Quadro 3 são mostrados os percentuais relativos médios - adotando-se os controles como 100,0% - da germinação parcial das sementes e da emergência total das plântulas. Os primeiros referem-se aos dados de germinação, nas placas de Petri, ainda no frigorífico, e imediatamente antes da semeadura nos canteiros.

Os dados do quadro 2 mostram que pela aplicação de doses baixas e crescentes de radiação - 50 a 750R - os percentuais médios de germinação e de emergência apresentaram-se com tendência declinante. Nos tratamentos de situação intermediária - 1.000 a 1.250R - aqueles percentuais estabilizaram-se ou apresentaram-se propensos a estímulos, ao passo que as doses mais elevadas, observaram-se decréscimos mais ou menos nítidos, evidenciados ou não estatisticamente.

Em se baseando nos dados da germinação parcial no frigorífico, mostrados no Quadro 3, e tomados em relação aos controles referidos como a 100%, estimou-se o parâmetro de sensibilidade - G<sub>30</sub> a 50 - germinação de 30 a 50% das sementes irradiadas; ao "Portugal" (Indaiatuba), entre as doses de 1.000 a 2.500 R; ao "Portugal" (Jundiaí), entre 2.500 a 10.000 R; e, ao "Smyrna", entre 1.250 a 2.500 R. Pelas porcentagens relativas de emergência estimou-se também, o parâmetro - E<sub>50</sub> a 70 - emergência de 50 a 70% das plântulas, no entorno das seguintes doses: 2.500 a 7.500 R, ao "Portugal" (Indaiatuba) e ao "Smyrna"; e, entre 5.000 a 10.000 R, ao "Portugal" (Jundiaí). Este material, com base na interpretação dos dois parâmetros referidos,

QUADRO 2.- Resultados médios em porcentagem, relativos aos protocolos: inicial, de germinação parcial das sementes em frigorífico, e final, de emergência total das plântulas nos canteiros, dos materiais clonais de marmeleiro 'Portugal' (Indaiatuba), 'Portugal' (Jundiaí) e 'Smyrna' - e os respectivos dados transformados em arc.sen. VP/100, dos tratamentos de sementes com doses agudas e crescentes de radiação gama do <sup>60</sup>Co e estratificação a frio úmido. Valores e significâncias do teste F, e os valores de s = desvio-padrão, c.v. = coeficiente de variação e Δ = diferença significativa do teste de Tukey

Tratamento (dose nominal)	'Portugal' (Indaiatuba)		'Portugal' (Jundiaí)		'Smyrna'	
	Germinação % transf. (a/)	Emergência % transf. (a/)	Germinação % transf. (a/)	Emergência % transf. (a/)	Germinação % transf. (a/)	Emergência % transf. (a/)
(controle)	66,0 35,08a	87,0 41,26a	75,0 37,77a	90,0 42,13a	72,0 36,87a	84,0 40,40a
50	49,0 29,68ab	86,0 40,98a	69,0 35,07ab	88,0 41,55a	37,0 25,32abc	85,0 40,69a
250	45,0 28,32ab	82,0 39,82a	61,0 33,51abc	85,0 40,68a	47,0 28,97ab	83,0 40,06ab
500	28,0 21,96bcde	74,0 37,45ab	53,0 30,98abc	86,0 40,98a	44,0 27,83ab	80,0 39,23ab
750	35,0 24,71bc	75,0 37,76ab	43,0 27,55bcde	78,0 38,64ab	36,0 25,10abcd	76,0 38,06abc
1.000	41,0 28,91ab	78,0 38,94a	50,0 29,99abcde	84,0 40,40a	35,0 24,71abcd	81,0 39,52ab
1.250	29,0 22,31bcd	78,0 38,61a	55,0 31,61abcd	89,0 41,84a	46,0 28,65ab	83,0 40,10ab
2.500	17,0 18,89cde	64,0 34,44abc	52,0 30,86abcd	77,0 38,35ab	8,0 11,54cd	52,0 30,59abcd
5.000	10,0 12,88e	59,0 32,86abc	28,0 21,98def	67,0 35,27abc	21,0 18,66bcd	75,0 37,76abc
7.500	16,0 16,15cde	46,0 28,61bc	36,0 25,07cdef	56,0 31,94abc	8,0 11,45cd	44,0 27,68bcd
10.000	12,0 13,99de	40,0 26,50e	27,0 21,40ef	48,0 29,18bc	16,0 15,91bcd	38,0 25,58cd
15.000	13,0 14,88de	37,0 25,43c	18,0 17,46f	41,0 28,90c	7,0 9,96d	35,0 24,72d
Média	30,1 21,98	67,3 35,22	47,3 28,66	74,1 37,32	31,4 22,08	68,0 35,36
F	- 19,71**	- 11,06**	- 15,62**	- 7,86**	- 10,06**	- 8,06**
s	- 2,278	- 2,396	- 2,202	- 2,863	- 3,778	- 3,131
c.v.	- 10,4%	- 8,8%	- 7,7%	- 7,1%	- 17,1%	- 8,9%
Δ	- 9,20	- 9,68	- 8,89	- 10,75	- 15,28	- 12,64

a/ A um mesmo material clonal, aos dados de germinação e emergência separadamente, pelo teste de Tukey, letras não comuns indicam diferenças significativas ao nível de 5% de probabilidade

\*\* - Valor significativo ao nível de 1% de probabilidade

deixou transparecer ser o menos radiosensitivo. Através da análise global dos resultados, os materiais clonais "Portugal" (Indaiatuba) e "Smyrna" comportam-se de modo mais assemelhado, que propriamente, o primeiro e o "Portugal" (Jundiá).

Apesar de não evidenciados pelos resultados dos Quadros 2 e 3, a dose de 250 R, em geral, fez com que o número de sementes inicialmente germinadas, ainda no ambiente de frio úmido, aos 75 dias de estratificação, fosse cerca de duas a três vezes superior que os dos controles e o dos demais tratamentos (Figura 1). Entretanto, ao final do período estabelecido para a estratificação - três meses - a germinação das sementes não irradiadas já se mostrava mais elevada que a da dose de 250 R.

A finalidade da determinação preliminar de radiosensibilidade das sementes de marmelo, os resultados parciais de germinação relativa, ainda no frigorífico, revelaram informações norteadoras subsidiárias, de grande interesse prático. Tal constatação é indicada pelos dados do Quadro 4, que mostra os valores determinados para os coeficientes de correlação (r) e aos coeficientes das equações das retas (a e b), caracterizando as seguintes variáveis: germinação das sementes e emergência das plântulas, em função das doses de radiação gama aplicadas; e, emergência final das plântulas nos canteiros, em função da germinação parcial das sementes irradiadas, ainda no ambiente do frigorífico, aos três materiais clonais de marmeleiro. Nesse

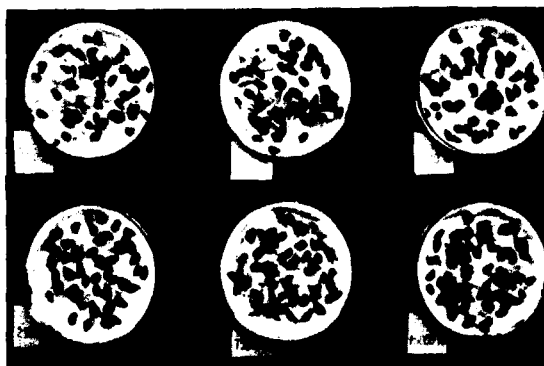


FIGURA 1. Germinação das sementes de marmelo sob estratificação a frio-úmido, em algodão - tratamentos controle e os irradiados com 250, 1.000, 2.500, 7.500 e 15.000 R.

quadro são também apresentados os respectivos coeficientes de determinação, calculados em porcentagem (c.d. =  $r^2 \cdot 100$ ), às diferentes variáveis.

### 3.1.2.2 - sobrevivência e desenvolvimento das plantas

No Quadro 5, são mostrados os resultados médios da sobrevivência, da altura e do peso ver

QUADRO 3. - Porcentagens relativas médias de germinação parcial das sementes e de emergência total das plântulas de marmelo, dos materiais clonais - 'Portugal' (Indaiatuba), 'Portugal' (Jundiá) e 'Smyrna' - provenientes de tratamentos com doses agudas de radiação gama do  $^{60}\text{Co}$  e estratificação a frio-úmido (a/)

Tratamento (dose nominal)	'Portugal' (Indaiatuba)		'Portugal' (Jundiá)		'Smyrna'	
	Germ. %	Emerg. %	Germ. %	Emerg. %	Germ. %	Emerg. %
0 (controle)	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
50	74,2	98,9	92,0	97,8	51,4	101,2
250	68,2	94,3	81,3	94,4	65,3	98,8
500	42,4	85,1	70,7	95,6	61,1	95,2
750	53,0	88,2	57,3	88,7	0,0	90,5
1.000	62,1	90,8	86,7	93,3	48,6	98,4
1.250	43,8	89,7	73,3	98,9	63,9	98,8
2.500	25,8	73,6	69,3	85,6	11,1	61,9
5.000	15,2	67,8	37,3	74,4	29,2	89,3
7.500	24,2	52,9	48,0	82,2	11,1	52,4
10.000	18,2	48,0	36,0	53,3	22,2	45,2
15.000	19,7	42,5	24,0	45,6	9,7	41,7

a/ Porcentuais relativos de germinação parcial das sementes, ainda no frigorífico, e de emergência total das plântulas ainda nos canteiros, adotando-se os tratamentos-controle como 100%

QUADRO 4. - Valores dos coeficientes de correlação (r), dos coeficientes das equações das retas (a e b) e dos coeficientes de determinação (c.d.), caracterizando as variáveis: germinação das sementes e emergência das plântulas em função das doses de radiação aplicada; e emergência final das plântulas nos canteiros em função da germinação parcial das sementes no frigorífico, nos três materiais clonais de marmeleiro

Variáveis	'Portugal' (Indeiatube)				'Portugal' (Jundiá)				'Smyrna'			
	r	a	b	c.d.	r	a	b	c.d.	r	a	b	c.d.
Germinação	-0,8818	18,7378	-0,0013	47,9	-0,8328	29,2782	-0,0016	88,4	-0,8998	21,2028	-0,0015	48,9
Emergência	-0,9027	40,0108	-0,0018	81,5	-0,9152	43,3130	-0,0017	83,8	-0,8355	40,6388	-0,0018	89,6
Em. final = f (germ. parcial)	0,8237	-11,5321	0,7803	87,9	0,8642	-0,80863	0,8561	74,7	0,7935	-10,9510	0,7841	83,0

QUADRO 5. - Resultados médios em porcentagem de sobrevivência, de altura e do peso verde das plantas de marmelo, de três materiais clonais - 'Portugal' (Indeiatuba), 'Portugal' (Jundiá) e 'Smyrna' - e os respectivos dados de sobrevivência transformados em arc.sen. VP/100, provenientes de sementes submetidas a doses agudas e crescentes de radiação gama do <sup>60</sup>Co e à estratificação a frio-úmido. Valores e significâncias do teste F, e os valores de s = desvio-padrão, c.v. = coeficiente de variação e Δ = diferença significativa do teste de Tukey

Tratamento (dose no mL)	'Portugal' (Indeiatuba)				'Portugal' (Jundiá)				'Smyrna'							
	Sobrevivência		Altura (g/)		Sobrevivência		Altura (g/)		Peso verde (a/)		Sobrevivência		Altura (g/)		Peso verde (g)	
	%	transf.	cm	g	%	transf. (a/)	cm	g	%	transf. (a/)	cm	g	%	transf. (a/)	cm	g
0 (controle)	37,0	37,47a	24,6bc	3,3ab	32,0	34,45a	24,8abcd	3,1ab	24,0	28,32abcd	30,5a	3,6a	32,0	34,45a	24,8abcd	3,1ab
50	34,0	35,87a	24,0ab	3,1a	38,0	38,08a	25,1bc	3,2abc	31,0	33,83ab	24,5	3,1ab	28,0	32,58abc	25,2abc	3,2ab
250	30,0	33,17abc	23,8ab	3,0ab	34,0	35,66a	25,6ab	3,2abc	28,0	32,58abc	25,2abc	3,2ab	26,0	30,64abcd	26,2ab	3,7e
500	28,0	31,89abc	24,2ab	2,7ab	33,0	35,04a	23,7bcd	2,8bcd	26,0	30,64abcd	26,2ab	3,7e	24,0	28,32abcd	30,5a	3,6a
750	25,0	30,00abc	24,4ab	3,2a	28,0	31,89ab	30,7a	4,1e	24,0	28,32abcd	30,5a	3,6a	30,0	33,17abc	23,3abcd	2,9abcd
1.000	33,0	35,04ab	25,7a	3,1a	32,0	34,44ab	25,6ab	3,3ab	30,0	33,17abc	24,1abcd	3,0abc	34,0	35,66a	25,6ab	3,2abc
1.250	32,0	34,44ab	25,2ab	2,9ab	34,0	35,66a	25,6ab	3,1bc	30,0	33,17abc	24,1abcd	3,0abc	27,0	31,27ab	18,8de	2,3cd
2.500	21,0	27,22abc	18,4bc	2,1bc	27,0	31,27ab	18,8de	2,3cd	23,0	28,53abcd	16,4bcd	1,8bcd	22,0	27,88ab	19,7cd	1,8de
5.000	22,0	27,88abc	14,2c	1,8cd	25,0	29,98ab	21,0bcd	2,3cd	25,0	29,98abcd	14,7cd	1,4cde	18,0	25,07abc	15,1c	1,5cd
7.500	18,0	25,07abc	15,1c	1,5cd	23,0	28,61ab	12,1f	1,1e	18,0	23,54bcd	16,4bcd	1,3de	17,0	24,27b	13,7ef	1,2e
10.000	17,0	24,27bc	13,3c	1,3cd	22,0	27,88ab	19,7cd	1,8de	15,0	22,78cd	14,4cd	1,2e	15,0	22,78cd	14,4cd	1,2e
15.000	15,0	22,78c	12,8c	1,0d	17,0	24,27b	13,7ef	1,2e	13,0	21,01d	13,7d	1,3de	25,80	30,28	20,43	2,38
F	-	6,10**	18,08**	25,91**	-	5,19**	30,01**	31,01**	-	6,30**	7,78**	12,44**	-	2,68	1,74	0,23
s	-	2,68	1,74	0,23	-	2,65	1,36	0,23	-	2,80	2,80	0,40	-	8,0%	5%	9,8%
c.v.	-	8,0%	5%	9,8%	-	8,1%	6,2%	8,9%	-	8,9%	13,3%	16,2%	-	10,88	7,01	0,94
Δ	-	10,88	7,01	0,94	-	10,63	5,48	0,93	-	10,51	11,31	1,61	-	-	-	-

a/ A um mesmo material clonal e a cada um dos três parâmetros avaliatórios, pelo teste de Tukey, letras não comuns indicam diferenças significativas ao nível de 5% de probabilidade

\*\* - Valor significativo ao nível de 1% de probabilidade

de das plantas de marmelo, dos três materiais clonais, além dos dados de sobrevivência transformados em arc.sen. VP/100, relativos aos tratamentos das sementes com radiação gama, referidos no experimento anterior. Junto aos dados transformados são apresentadas as letras indicadoras da significância - pelo teste de Tukey ao nível de 5% - bem como os valores e as significâncias dos testes F, e os valores dos desvios-padrão, dos coeficientes de variação e as diferenças significativas do teste de Tukey.

As porcentagens médias relativas, da sobrevivência, da altura e do peso verde das plantas, adotando-se os tratamentos-controle como 100%, a cada um dos três materiais de marmeleiro, encontram-se no Quadro 6. Nesse quadro, são ainda apresentados os quocientes da relação entre os percentuais de peso verde e de altura das plantas, constituindo números-índices que são representativos do desenvolvimento vegetativo das plantas. No caso, igualmente, plantas-con-

trole representam o padrão, e portanto, com número-índice igual a unidade; a medida que se tornam cada vez menores que um, tais números simbolizam índices de estiolamento crescentes das plantas.

A sobrevivência das plantas que já era inicialmente baixa - 32,0 a 37,0% - diminuiu ainda sensivelmente, com o aumento das doses de radiação. As porcentagens de sobrevivência absoluta, apesar de terem sido bem baixas, o foram de acordo com o esperado, em termos de obtenção de plantas de marmeleiro, através de sementes. Constataram-se, também, índices relativamente um tanto altos de sobrevivência, nas doses de 1.000 e 1.250 R, e índices dos mais baixos, nas doses de 1.000 e 1.250 R, e índices dos mais elevados.

Quanto a altura das plantas, constatou-se em média, uma ligeira tendência de decrescer nas doses iniciais, igualando-se e tornando-se inclusive superior à dos tratamentos-controle, em

QUADRO 6. - Percentagens relativas das médias de sobrevivência, altura e peso verde das plantas de marrelo - das materiais clonais - 'Portugal' (Indaiatuba), 'Portugal' (Jundiá) e 'Smyrna' - provenientes de sementes submetidas a doses agudas de radiação gama do <sup>60</sup>Co

Tratamento (dose no- minel)	'Portugal' (Indaiatuba)				'Portugal' (Jundiá)				'Smyrna'			
	Índice relativo (e/)											
	Sobrevivência	Altura	Peso P.verde/ verde	(b/) altura	Sobrevivência	Altura	P.verde/ altura	(b/) altura	Sobrevivência	Altura	Peso P.verde/ verde	(b/) altura
	%	cm	g	n.i.	%	cm	g	n.i.	%	cm	g	n.i.
0 (controle)	100,0	100,0	100,0	1,0	100,0	100,0	100,0	1,0	100,0	100,0	100,0	1,0
50	100,0	99,6	8,9	1,0	102,7	102,0	97,0	1,3	96,9	98,8	100,0	1,0
250	88,2	98,8	93,8	0,9	91,9	104,1	97,0	0,9	90,6	101,6	103,2	1,0
500	82,4	100,4	84,4	0,8	89,2	86,3	78,8	0,8	81,3	105,6	119,4	1,
750	73,5	101,2	100,0	1,0	75,7	124,8	124,2	1,0	75,0	123,0	122,6	1,0
1.000	97,1	106,6	96,6	0,8	86,5	104,1	100,0	1,0	83,6	94,0	93,5	1,0
1.250	94,1	106,8	90,8	0,8	91,9	98,7	93,9	1,0	83,8	97,2	96,8	1,0
1.500	61,8	76,3	85,6	0,9	73,0	76,8	89,7	0,9	71,9	66,1	58,1	0,9
5.000	64,7	58,9	50,0	0,8	87,8	85,4	69,7	0,8	78,1	59,3	45,2	0,8
7.500	52,9	82,7	46,9	0,7	62,2	49,2	33,3	0,7	50,0	66,1	41,9	0,6
10.000	50,0	55,2	40,6	0,7	58,5	80,1	54,5	0,7	46,9	58,1	38,7	0,7
15.000	44,1	53,1	31,3	0,6	45,9	55,7	36,4	0,7	40,6	55,2	41,9	0,8

a/ Percentuais relativos de sobrevivência, altura e peso verde das plantas adotando-se os controles como 100%

b/ Razão entre os percentuais relativos de peso verde e altura: número-índice representativo do grau de estiolamento das plantas

QUADRO 7. - Valores e significâncias dos testes F, valores dos coeficientes de correlação (r) e dos coeficientes das equações das retas (a e b), caracterizando as variáveis: sobrevivência, altura e peso verde das plantas, em função dos tratamentos com radiação gama, nos três materiais clonais de marrelo. Valores de radios sensibilidade esperados, calculados por meio das equações de regressão à dose letal (DL<sub>30</sub> e 50)<sup>(a/)</sup>, à redução do crescimento (RC<sub>30</sub> e 50)<sup>(b/)</sup> e à redução do peso verde (RP<sub>30</sub> e 50)<sup>(c/)</sup>

Variáveis	'Portugal' (Indaiatuba)				'Portugal' (Jundiá)				'Smyrna'			
	F	r	a	b	F	r	a	b	F	r	a	b
Sobrevivência	33,30**	-0,8770	33,2118	-0,0008	58,05**	-0,9212	35,4718	-0,0008	55,70**	-0,9208	32,3725	-0,0008
Altura	38,53**	-0,8861	23,7183	-0,0009	18,82**	-0,7920	24,9818	-0,0008	18,82**	-0,8088	24,4683	-0,0009
Peso verde	58,77**	-0,9223	2,7586	-0,0001	24,54**	-0,8428	2,9900	-0,0001	20,98**	-0,8230	2,8483	-0,0001
DL <sub>30</sub> e DL <sub>50</sub> (R)	10.837,0	e	19.802,0		11.553,3	e	20.920,8		10.321,8	e	18.934,4	
RC <sub>30</sub> e RC <sub>50</sub> (R)	7.809,2	e	12.964,8		8.877,0	e	15.827,0		7.888,1	e	13.409,2	
RP <sub>30</sub> e RP <sub>50</sub> (R)	5.188,0	e	11.566,0		8.800,0	e	13.400,0		8.783,0	e	12.983,0	

a/ DL<sub>30</sub> e DL<sub>50</sub> - doses letais a 30 e 50% das plantas, respectivamente, com sobrevivência de 70 e 50%

b/ RC<sub>30</sub> e RC<sub>50</sub> - redução do crescimento (altura das plantas) em 30 e 50%, respectivamente, em relação à altura média dos controles

c/ RP<sub>30</sub> e RP<sub>50</sub> - redução de peso verde das plantas, em 30 e 50%, respectivamente, em relação ao peso médio dos controles

\*\* - Valor significativo ao nível de 1% de probabilidade

torno da dose de 750 R. Esse efeito, possivelmente de ordem fisiológica foi mais evidente no "Portugal" (Jundiá) e no "Smyrna", porém, ainda perceptível no "Portugal" (Indaiatuba).

Os dados de peso verde relativo acompanharam os de altura das plantas, nos tratamentos correspondentes às doses inferiores - de 50 a 1.250 R - propiciando relações que originaram

números índices próximos do valor unitário. Principalmente nas doses de 500, 750 e 1.000 R, os efeitos fisiológicos devem ter se realçado, dando a menor sobrevivência das plântulas. A menor competição verificada favoreceu, provavelmente, o maior desenvolvimento das plântulas representado pela altura e peso verde. Nas doses superiores, os pesos verdes sofreram decréscimos mais que proporcionais em relação às altu



ras, originando, portanto, números-índices que alcançaram um valor mínimo de 0,6.

Baseando-se nos dados das variáveis - sobre vivência, altura e peso verde das plantas - efetuaram-se análises de regressão, colocando-se em função das doses empregadas. Os valores e significâncias dos testes de F, bem como os valores determinados dos coeficientes de correlação, e dos coeficientes das equações das retas, encontram-se sumariados no Quadro 7. Nesse, encontram-se também especificados os valores de radiosensibilidade esperados, calculados através das equações de regressão à DL<sub>30</sub> e 50 - dose letal, com sobrevivência de 70 a 50% das plantas; à RC<sub>30</sub> e 50 - redução do crescimento, de 30 e 50% em relação às controles; e, à RP<sub>30</sub> e 50 - redução do peso verde das plantas, de 30 e 50%. Analisando esses valores, conclui-se que, os primeiros substituem a radiosensibilidade dos materiais de marmeleiro, visto a equação da reta não se adequar completamente à interpretação dos efeitos da radiação. Esses efeitos, possivelmente de natureza fisiológica, foram constatados, principalmente, nas doses mais baixas - até o entorno de 1.250 R.

Tais conclusões baseiam-se ainda, nas observações antes mencionadas, do próprio comportamento vegetativo das plantas, pois, à medida que as doses de radiação aumentavam, já a partir de 2.500 R, os efeitos de espessamento, enrugamento, mosqueamento e de encarquilhamento nas folhas e de tortuosidade nos caulículos das plantas, também se acentuavam. A partir de 5.000 R, tais sequelas fisiológicas e a deformidade das plantas eram notórias. Essas constatações inclusive, foram as principais indicadoras à idealização e ao estabelecimento dos conjuntos de doses, visando a realização

da experimentação subsequente - do efeito da irradiação das sementes, na composição química-inorgânica das plantas obtidas. As deformidades notadas nas plantas devem tratar-se, por sua vez, de alterações fisiológicas, e não provenientes de mutações genéticas, eis que estas, em geral, recessivas, manifestar-se-iam, a partir das populações M<sub>2</sub>.

Considerando as variáveis aqui analisadas, os dados de germinação e de emergência - do item anterior - e a observação visual dos danos fisiológicos, infere-se que, para obter populações de plantas desejáveis, em 30 a 50% inferiores às controles, as variáveis mais adequadas à indicação de sensibilidade, sejam as seguintes: a germinação parcial das sementes, ainda no ambiente de estratificação; a emergência final das plântulas em canteiros; a redução do peso verde, e o índice de estiolamento. No presente caso, convém ainda relembrar a natural e pequena sobrevivência das plantas de marmeleiro, quando originárias de sementes.

O resumo comparativo dos resultados experimentais obtidos, determinados graficamente (CAMPO DALL'ORTO, 1982), para as variáveis utilizadas à determinação preliminar da radiosensibilidade das sementes de marmelo, a cada um dos três materiais clonais, encontram-se no Quadro 8.

Finalmente, sugere-se que em um programa de melhoramento do marmeleiro, por indução de mutação, sejam aplicadas às sementes, de mesmo teor de umidade - 8,8 a 9,0% - de preferência, doses agudas de radiação gama, dentro dos seguintes níveis extremos: ao "Portugal" (Indaiatuba) - 1000 a 5.000 R; ao "Portugal" (Jundiaí) - 2.500 a 10.000 R; e, ao "Smyrna" - 1.250 a 5.000 R.

**QUADRO 8. - Resumo comparativo dos resultados estimativos experimentais, obtidos pela análise gráfica aproximada das variáveis utilizadas na determinação preliminar da radiosensibilidade das sementes de marmelo, de três materiais clonais (CAMPO DALL'ORTO, 1982)**

Material clonal	(a/)		(b/)		(c/)		(d/)		(e/)		(f/)	
	DL <sub>30</sub>	DL <sub>50</sub>	RC <sub>30</sub>	RC <sub>50</sub>	RP <sub>30</sub>	RP <sub>50</sub>	IE <sub>0,8</sub>	IE <sub>0,9</sub>				
'Portugal' (Indaiatuba)	1.000	2.500	2.500	2.500	1.250	2.500						
	2.500	7.500	10.000	15.000	5.000	5.000						
'Portugal' (Jundiaí)	2.500	5.000	2.500	7.500	2.500	2.500						
	10.000	10.000	15.000	15.000	7.500	5.000						
'Smyrna'	1.250	2.500	2.500	2.500	1.250	2.500						
	2.500	7.500	7.500	15.000	5.000	5.000						

a/ Germinação parcial no ambiente de estratificação (refrigerado) de 30 a 50% das sementes irradiadas em relação às controles;

b/ Emergência final no canteiro de 50 a 70% das plântulas em relação às controles;

c/ Dose letal com sobrevivência relativa de 70 a 50% das plantas;

d/ Redução do crescimento médio (altura) das plantas de 30 a 50% em relação ao crescimento das plantas-controle;

e/ Redução do peso verde das plantas de 30 a 50% em relação ao peso verde das plantas-controle;

f/ Índice de estiolamento: número-índice representativo do desenvolvimento das plantas-razão entre os percentuais relativos de peso-verde e de altura das plantas

3.1.2.3 - composição mineral das plantas

Os dados relativos ao peso e porcentagem de matéria seca das raízes e dos caules mais folhas, obtidos das plantas de marmeleiro, dos três materiais clonais - "Portugal" (Indaiatuba), "Portugal" (Jundiaí) e "Smyrna" - provenientes das sementes-controle e daquelas dos conjuntos de tratamentos com radiação gama do <sup>60</sup>Co, encontram-se no Quadro 9. Pelo exame desses resultados, pode-se constatar que nos tratamentos envolvendo os grupos de doses-gama crescentes houve tendência de decréscimo da parte aérea das plantas caules mais folhas - e de aumento relativo do percentual das raízes, em cerca de 7%. Apenas o conjunto 3, englobando as

Os dados relativos ao peso e porcentagem de matéria seca nas raízes e nos caules mais folhas das plantas de marmeleiro, de três materiais clonais - "Portugal" (Indaiatuba), "Portugal" (Jundiaí) e "Smyrna" - as respectivas médias e a média geral, provenientes das sementes-controle e daquelas dos conjuntos de tratamentos com radiação gama do <sup>60</sup>Co

QUADRO 9. - Peso e porcentagem de matéria seca nas raízes e nos caules mais folhas das plantas de marmeleiro, de três materiais clonais - "Portugal" (Indaiatuba), "Portugal" (Jundiaí) e "Smyrna" - as respectivas médias e a média geral, provenientes das sementes-controle e daquelas dos conjuntos de tratamentos com radiação gama do <sup>60</sup>Co

Tratamento (a/) (conjunto de doses)	'Portugal' (Indaiatuba)				'Portugal' (Jundiaí)				'Smyrna'				Média geral			
	Raízes		Caules + folhas		Raízes		Caules + folhas		Raízes		Caules + folhas		Raízes		Caules + folhas	
	g	%	g	%	g	%	g	%	g	%	g	%	g	%	g	%
1 (controle)	10,5	27,3	27,8	72,7	14,2	32,7	29,1	87,3	8,7	25,0	26,0	75,0	11,13	28,72	27,83	71,28
2	28,4	32,7	58,5	87,3	34,0	34,4	84,9	85,8	31,4	32,8	82,9	87,4	30,83	33,25	82,10	88,75
3	26,4	29,6	62,9	70,4	34,2	33,3	68,8	68,7	23,9	30,9	53,6	89,1	28,17	31,35	61,70	88,85
4	7,8	33,3	15,2	88,7	12,8	35,2	23,3	84,8	7,2	33,4	14,5	88,6	9,13	34,07	17,87	85,93
5	8,8	35,3	12,2	64,7	8,9	35,9	15,8	84,1	5,8	35,3	10,3	84,7	7,93	35,51	12,77	84,49
Média	15,90	31,84	35,32	88,38	20,78	34,30	40,34	85,70	11,16	31,44	33,48	88,58	17,28	32,58	38,37	87,42

a/ tratamentos: 1 = controle (sem irradiação);  
2 = 50, 250 e 500 R;  
3 = 750, 1.000 e 1.250 R;  
4 = 2.500 e 5.000 R;  
5 = 7.500, 10.000 e 15.000 R

QUADRO 10. - Quantidade em peso das matérias verde e seca, e o teor de água em porcentagem nas plantas de marmeleiro, de três materiais clonais - "Portugal" (Indaiatuba), "Portugal" (Jundiaí) e "Smyrna" - as respectivas médias e a média geral, provenientes das sementes-controle e daquelas dos conjuntos de tratamentos com radiação gama do <sup>60</sup>Co

Tratamento (a/) (conjunto de doses)	'Portugal' (Indaiatuba)			'Portugal' (Jundiaí)			'Smyrna'			Média geral		
	Matéria verde		Teor de água	Matéria verde		Teor de água	Matéria verde		Teor de água	Matéria verde		Teor de água
	g	%	%	g	%	%	g	%	%	g	%	%
1 (controle)	109,0	38,3	64,9	122,0	43,3	64,5	99,2	34,7	85,0	110,07	38,77	64,78
2	289,0	88,9	87,8	318,1	98,9	88,7	283,7	93,3	87,1	289,80	93,03	87,88
3	273,9	89,3	87,4	325,2	102,8	88,4	284,4	77,5	70,7	287,83	89,87	88,78
4	77,8	22,8	70,7	119,0	35,9	89,8	76,7	21,7	71,7	91,17	28,80	70,60
5	82,3	18,8	70,2	84,9	24,7	70,9	53,4	15,9	70,1	87,17	19,80	70,52
Total e média	729,9	256,1	88,18	987,2	305,80	88,48	777,4	243,1	88,92	845,84	286,27	88,51

a/ tratamentos: 1 = controle (sem irradiação);  
2 = 50, 250 e 500 R;  
3 = 750, 1.000 e 1.250 R;  
4 = 2.500 e 5.000 R;  
5 = 7.500, 10.000 e 15.000 R

doses de 750, 1.000 e 1.250 R, apresentou a relação entre o peso-seco das porções aérea e radicular, mais próxima da apresentada pelas plantas-controle.

No Quadro 10, em complementação, são apresentadas as quantidades totais em peso, da matéria verde e seca, e o teor d'água em porcentagem, relativos aos agrupamentos de doses. Verifica-se que o teor d'água variou em uma proporção crescente - em torno de 6% - do tratamento-controle aos agrupamentos de doses 4 e 5.

As concentrações determinadas dos cinco macronutrientes: N, P, K, Ca e Mg; e, dos cinco micronutrientes: Fe, Mn, Cu, Zn e B: existentes na matéria verde, da parte aérea de plantas de marmeleiro, dos três materiais clonais, em função dos conjuntos de doses, são mostradas nos Quadros 11 e 12. Por esses dados, observa-se que em termos médios, o macronutriente que se apresentou com a concentração mais elevada

foi o nitrogênio e os menos concentrados foram o fósforo e o magnésio; o micronutriente de maior concentração foi o manganês e o de menor, o cobre. Quanto aos macronutrientes, somente o nitrogênio e o potássio apresentaram tendências no aumento de concentração em função da elevação das doses. Nos conjuntos de doses 3 e 4, os micronutrientes ferro e manganês tenderam a apresentar as maiores concentrações. Os demais nutrientes apresentaram-se, praticamente, com suas concentrações inalteradas.

Nos Quadros 13 e 14 são apresentadas as extrações dos nutrientes - macro e micro - pela parte aérea dos três materiais, quantificadas, respectivamente, em gramas e miligramas por 1.000 plantas, em função dos agrupamentos de doses-gama aplicadas as sementes. Em termos gerais, os macronutrientes apresentaram-se com a seguinte gradação de extração, numa ordem decrescente: N, K, Ca, Mg e P. Os micronutrien-

QUADRO 11. - Concentração de cinco macronutrientes - N, P, K, Ca e Mg - na matéria seca dos caules mais folhas de plantas de marmeleiro, dos materiais clonais - 'Portugal' (Indeiatube), 'Portugal' (Jundiá) e 'Smyrna' - as respectivas médias e a média geral, provenientes das sementes-controle e daquelas dos conjuntos de tratamentos com radiação gama do <sup>60</sup>Co

Tratamento (g/1) (conjunto de doses)	'Portugal' (Indeiatube)					'Portugal' (Jundiá)					'Smyrna'					Média geral				
	N	P	K	Ca	Mg	N	P	K	Ca	Mg	N	P	K	Ca	Mg	N	P	K	Ca	Mg
1 (controle)	1,78	0,23	0,78	1,08	0,28	1,82	0,22	1,17	1,01	0,23	1,80	0,22	1,28	1,04	0,23	1,80	0,22	1,07	1,04	0,25
2	1,88	0,21	1,20	0,99	0,23	2,20	0,22	1,21	1,08	0,23	1,82	0,23	1,18	1,12	0,25	2,03	0,22	1,19	1,08	0,24
3	1,78	0,21	1,17	1,09	0,26	2,24	0,24	1,18	1,33	0,28	2,25	0,23	1,25	1,25	0,26	2,08	0,23	1,19	1,2	0,27
4	1,78	0,21	1,17	1,05	0,23	2,34	0,24	1,34	1,04	0,24	2,32	0,21	1,09	1,09	0,23	2,21	0,23	1,21	1,08	0,23
5	2,04	0,20	0,89	1,08	0,27	2,18	0,24	1,31	1,17	0,24	1,98	0,14	1,52	0,89	0,21	2,05	0,20	1,24	1,05	0,24
Média	1,808	0,218	1,046	1,058	0,256	2,152	0,232	1,238	1,126	0,244	2,050	0,208	1,256	1,078	0,236	2,034	0,220	1,180	1,086	0,246

a/ tratamentos: 1 = controle (sem irradiação);  
 2 = 50, 250 e 500 R;  
 3 = 750, 1.000 e 1.250 R;  
 4 = 2.500 e 5.000 R;  
 5 = 7.500, 10.000 e 15.000 R

QUADRO 12. - Concentração de cinco micronutrientes - Fe, Mn, Cu, Zn e B - na matéria seca dos caules mais folhas de plantas de marmeleiro, dos materiais clonais - 'Portugal' (Indeiatube), 'Portugal' (Jundiá) e 'Smyrna' - as respectivas médias e a média geral, provenientes das sementes-controle e daquelas dos conjuntos de tratamentos com radiação gama do <sup>60</sup>Co

Tratamento (g/1) (conjunto de doses)	'Portugal' (Indeiatube)					'Portugal' (Jundiá)					'Smyrna'					Média geral				
	Fe	Mn	Cu	Zn	B	Fe	Mn	Cu	Zn	B	Fe	Mn	Cu	Zn	B	Fe	Mn	Cu	Zn	B
1 (controle)	319	588	18	57	35	277	777	18	88	42	288	888	12	59	40	284,0	877,0	14,7	60,7	39,0
2	294	705	13	58	36	286	724	7	58	41	251	781	9	81	46	270,3	730,0	7	59,3	41,0
3	417	710	9	58	34	82	828	10	84	36	473	79	9	84	34	460,7	777,0	9,3	81,3	34,7
4	449	746	8	66	38	405	868	10	79	41	405	857	8	58	39	418,7	757,3	9,0	67,0	39,3
5	290	836	15	58	35	328	843	11	57	38	317	808	10	81	35	311,0	895,7	12,0	65,3	36,3
Média	353,8	877,0	12,4	58,2	35,8	353,2	788,2	10,8	84,8	39,8	348,4	737,0	9,8	62	38,8	351,14	727,40	10,94	67,2	38,08

a/ tratamentos: 1 = controle (sem irradiação);  
 2 = 50, 250 e 500 R;  
 3 = 750, 1.000 e 1.250 R;  
 4 = 2.500 e 5.000 R;  
 5 = 7.500, 10.000 e 15.000 R

tes apresentaram-se, por sua vez, com a seguinte ordenação decrescente: Mn, Fe, Zn, B e Cu.

A diminuição relativa média da extração dos macro e micronutrientes das plantas controle em relação àquelas dos conjuntos de doses mais elevadas foi de cerca de três vezes, baseando-se em suas concentrações na matéria seca. A extração dos nutrientes pelas plantas do conjunto de doses 3, por sua vez, praticamente igualou-se

às das plantas-controle. De outro modo, a extração relativa de todos os nutrientes pelas plantas, dos três materiais de marmeleiro, foi nitidamente inferior a partir do conjunto de doses 4, 2.500 e 5.000 R, já refletindo o estado de estiolamento nas doses mais altas.

Em virtude dos efeitos visíveis da radiação terem se verificado tanto na parte aérea quanto nas raízes, seria de se esperar, por premissa

QUADRO 13. - Extração de macronutrientes pela parte aérea (caules mais folhas) do marmeleiro, em gramas por 1.000 plantas, dos materiais clonais - 'Portugal' (Indaiatuba), 'Portugal' (Jundiá) e 'Smyrna' provenientes das sementes-controle e daqueles dos conjuntos de tratamentos com radiação gama do  $^{60}\text{Co}$ . Plantas com cerca de cinco meses de idade

Tratamento (conjunto de doses)	'Portugal' (Indaiatuba)					'Portugal' (Jundiá)					'Smyrna'				
	N	P	K	Ca	Mg	N	P	K	Ca	Mg	N	P	K	Ca	Mg
	g/1.000 plantas					g/1.000 plantas					g/1.000 plantas				
1 (controle)	14,6	1,9	6,4	8,7	2,4	14,3	1,7	9,2	7,9	1,8	14,6	1,8	8,7	8,5	2,0
2	12,6	1,3	7,6	6,3	1,5	13,6	1,4	7,5	8,7	1,4	14,8	1,6	8,7	7,8	1,8
3	12,3	1,5	8,2	7,6	1,8	16,3	1,7	8,5	9,7	2,1	13,3	1,5	7,6	7,8	1,7
4	7,0	0,8	4,2	3,7	0,8	10,5	1,1	8,0	4,7	1,1	6,7	0,7	3,7	3,2	0,7
5	5,0	0,5	2,1	2,7	0,6	5,5	0,6	3,3	3,0	0,6	4,8	0,5	2,9	2,5	0,6

a/ tratamentos: 1 = controle (sem irradiação);  
 2 = 50, 250 e 500 R;  
 3 = 750, 1.000 e 1.250 R;  
 4 = 2.500 e 5.000 R;  
 5 = 7.500, 10.000 e 15.000 R

QUADRO 14. - Extração de micronutrientes pela parte aérea (caules mais folhas) do marmeleiro, em miligramas por 1.000 plantas, dos materiais clonais - 'Portugal' (Indaiatuba), 'Portugal' (Jundiá) e 'Smyrna' provenientes das sementes-controle e daqueles dos conjuntos de tratamentos com radiação gama do  $^{60}\text{Co}$ . Plantas com cerca de cinco meses de idade

Tratamento (conjunto de doses)	'Portugal' (Indaiatuba)					'Portugal' (Jundiá)					'Smyrna'				
	Fe	Mn	Cu	Zn	B	Fe	Mn	Cu	Zn	B	Fe	Mn	Cu	Zn	B
	mg/1.000 plantas					mg/1.000 plantas					mg/1.000 plantas				
1 (controle)	261	481	13	47	28	218	812	13	52	33	233	542	10	48	32
2	187	448	8	38	23	185	449	5	36	28	183	557	7	44	34
3	291	486	6	39	24	359	804	7	47	26	301	506	6	41	21
4	159	264	3	23	13	181	389	5	36	18	122	188	3	17	12
5	71	155	4	14	8	83	164	3	15	15	74	189	3	18	8

a/ tratamentos: 1 = controle (sem irradiação);  
 2 = 50, 250 e 500 R;  
 3 = 750, 1.000 e 1.250 R;  
 4 = 2.500 e 5.000 R;  
 5 = 7.500, 10.000 e 15.000 R

básica, que os maiores distúrbios estivessem relacionados aos nutrientes envolvidos nos processos de fotossíntese e de formação das raízes. Entretanto, somente o nitrogênio, o potássio, o ferro e o manganês apresentaram-se com tendências de desequilíbrio. É de se inferir, portanto, que outros estudos nutricionais mais acurados, focalizando os efeitos das radiações nas plantas, possam, de fato, elucidar melhor as averiguações sugeridas.

#### RADIOSENSITIVITY OF QUINCE SEEDS (*Cydonia oblonga* Mill.).

##### ABSTRACT

This paper describes investigation with quince seeds (*Cydonia oblonga* Mill.) radiosensitivity and the mineral composition of the plants obtained for mutation breeding purpose. The following aspects were analysed:

##### - Quince seeds radiosensitivity.

Seeds of three clonal materials - "Portugal" (Indaiatuba), "Portugal" (Jundiaí) and "Smyrna" - were treated with gamma radiation from a cobalt source. The gamma doses employed were: 0 (controls), 250, 500, 750, 1,000, 1,250, 2,500, 5,000, 7,500, 10,000 and 15,000 R; and non stratified and stratified seeds, in moist cotton substratum in cold storage (5-10°C). The gamma irradiation treatments without the stratification process were not effective to break the seeds physiological dormancy.

The following parameters were used to estimate the best gamma doses in an induced mutation program with quince stratified seeds: G<sub>30-50</sub> (30 to 50% seed germination in relation to the controls); E<sub>50-70</sub> (50 to 70% seedlings emergence); GR<sub>30-50</sub> (30 to 50% height growth reduction); WR<sub>30-50</sub> (30 to 50% weight reduction); LD<sub>30-50</sub> (30 to 50% seedling lethal dose); and EI<sub>0.8-0.9</sub> (80-90% etiolation index - ratio between the relative fresh weight and the high seedling percentage).

The parameters specified were determined through empirical curves plotting each one of the variables versus doses, fitted by a probit approximation. Based on these results, the best gamma doses to be used in an induced mutation breeding program employing the same moisture seeds - 8.8 to 9.0% - must be placed into the following levels: "Portugal" (Indaiatuba): 1,000 to 5,000 R; "Portugal" (Jundiaí): 2,500 to 10,000 R, and "Smyrna": 1,250 to 5,000 R. Finally, seedlings with spotted, chlorotic and dense leaves, tortuous and short stems were observed with more intensity beyond and above 2,500 to 5,000 R.

##### - Concentrations of some macro and micro-nutrients in quince seedlings obtained from irradiated seeds.

In this experiment the seedlings presented the nutrients on a following and decreasing concentration average order: N, K, Ca, Mg, P, Mn, Fe, Zn, B and Cu. Among the macronutrients the nitrogen suffered the greatest variation. After N, K was the most disturbed when gamma-doses were higher; Fe and Mn among the micro-nutrients suffered lack of equilibrium in various groups of doses.

Increased gamma-ray doses lead to a sensitive aerial plant decrease and a root percentage increase, on a 7% mean value. The plant water content had been altered on a crescent order - mean value 6% - of minor set to that of the greatest dose.

Index terms: quince tree, *Cydonia oblonga* Mill., seeds, radiosensitivity, mineral composition, quince breeding.

#### 4. LITERATURA CITADA

- BATAGLIA, O.C. e GALLO, J.R., 1972. Determinação de cálcio e de magnésio em plantas, por fotometria de chama de absorção. *Bragantia*, Campinas, 31: 59-74
- BATAGLIA, O.C., J.P.F. TEIXEIRA, P.R. FURLANI, A.M.C. FURLANI e J.R. GALLO, 1978. Análise química de plantas. Campinas, Instituto Agronômico. 31p (Circular 87).
- CALDECOTT, R.S. 1955. Effects of hydration on X-ray sensitivity in *Hordeum*. *Radiation Research*. New York, 3(3): 316-330.
- CAMPO DALL'ORTO, F.A., M. OJIMA e O. REGITANO, 1977. Propagação do pessegueiro (*Prunus persica* Batsch) e da ameixeira (*Prunus salicina* Lindl.). Resumo da palestra proferida na Divisão de Horticultura, em 25/04/1977. Campinas, Instituto Agronômico. 22p. (não publicado).
- CAMPO DALL'ORTO, F.A. 1982. Marmeleiro (*Cydonia oblonga* Mill.) - propagação seminfera, citogenética e radiosensibilidade - bases ao melhoramento genético e à obtenção de porta-enxertos. Piracicaba, ESALQ/USP. 161p. (Dissertação de Mestrado).
- CAMPO DALL'ORTO, F.A., M. OJIMA, E.S.B. FERRAZ, V.F. NASCIMENTO F9, O. REGITANO, A. TULMANN NETO, A. ANDO, J.O.M. MENTEN, A.F. C. TOMBO LATO & W. BARBOSA. 1983. Melhoramento, pelo método da indução de mutação, de algumas frutíferas de clima temperado e sub-tropical propagadas vegetativamente. Campinas, Instituto Agronômico, 38p. (Circular, 120).
- FERREIRA, C.A., V.F. NASCIMENTO F9, M. FERREIRA e R. VENCOCCKY, 1968. Estudo do uso de baixas doses de radiação gama na conservação do poder germinativo de sementes de *Araucária angustifolia* O. KUNTZE. Piracicaba, ESALQ, 31p. (Não publicado).
- GALLO, J.R., O.C. BATAGLIA e P.T. NAYME MIGUEL, 1971. Determinação de cobre, ferro, manganês e zinco num mesmo extrato de planta, por fotometria de chama de absorção. *Bragantia*, Campinas, 30: 155-167.
- GUNCKEL, J.E. e A.H. SPARROW, 1953. Aberrant growth in plants induced by ionizing radiation - abnormal and pathological plant growth. *Brookhaven Symposium in Biology*. Long Island. 6: 252-279.
- HEASLIP, M.B., 1959. Effects of seed irradiation on germination and seedling growth of certain deciduous trees. *Ecology*, Durham, 40(3): 383-388.
- HOUGH, L.F., J.N. MOORE e C.H. BAILEY, 1965. Irradiation as an aid in fruit variety development - II Methods for acute irradiation

- tion of vegetative growing points of the peach, *Prunus persica* (L.) Batsch. In: The Use of Induced Mutations in Plant Breeding. Rep. FAO/IAEA Tech. Meeting, Rome, 1964. Oxford, Pergamon Press, p. 679-686.
- LOTT, W.L., A.C. Mc CLUNG, R. VITA e J.R. GALLO, 1961. Levantamento de cafezais em São Paulo e Paraná pela análise foliar, São Paulo, IBEC Research Institute. 69 p. (Boletim 26).
- LOTT, W.L., J.P. NERY, J.R. GALLO e J.C. MEDCALF 1956. A técnica de análise foliar aplicada ao cafeeiro. Campinas, Instituto Agronômico 29 p. (Boletim 79).
- MALAVOLTA, E., H.P. HAAG, F.A.F. MELO, M.O.C. BRASIL SOBR9, 1974. Nutrição mineral e adubação de plantas cultivadas. São Paulo, Tip neira. 727 p.
- PERKIN-ELMER, 1976. Revision of analytical methods for atomic absorption spectrophotometry. Norwalk, Connecticut. Perkin-Elmer Corporation. (s.p.) (Folheto Técnico).
- ROBY, F., 1972. Mutaciones en membrillero (*Cydonia oblonga* Mill.) producidas por Rayos X. INTA. Buenos Aires, IX(1): 9-17 (Biología y Producción Vegetal, Serie 2).