

USO DE BAIXAS DOSES DA RADIAÇÃO GAMA DE COBALTO-60 EM SEMENTES DE RABANETE E SEUS EFEITOS NO DESENVOLVIMENTO DA PLANTA, PRODUÇÃO E ARMAZENAMENTO DE RAÍZES¹

José Eduardo Bovi¹
Valter Arthur²
João Tessarioli Neto³

RESUMO

Sementes de rabanete redondo vermelho champion *Raphanus sativus* L. foram irradiadas em uma fonte panorâmica de Cobalto-60 com 0,0 (testemunha); 2,5; 5,0; 7,5 e 10,0 Gy e taxa de dose de 11,5 Gy/hora, sendo semeadas no mesmo dia e seis dias após a irradiação. O tratamento que apresentou melhores médias de produção pesos de raízes, foi de dose de 5,0 Gy, superando a média da testemunha na produção de raízes em aproximadamente 6,65 % no plantio do mesmo dia, e 2,3% no de seis dias após a irradiação para o tratamento de dose de 2,5 Gy. Os demais tratamentos apresentaram médias inferiores a da testemunha. Não houve nenhuma relação entre irradiação de sementes e perda de peso de raízes durante posterior armazenamento.

Palavras-chave: Radiação gama, semente, rabanete, produção, armazenamento, *radiohormesis*.

1. Parte da Tese de Doutorado do primeiro autor

2. Engenheiro Agrônomo - Secretaria Estadual de Agricultura e Abastecimento - SAA-CATI-Piracicaba

3. Centro de Energia Nuclear na Agricultura - CENA-USP - Piracicaba

4. Dept. Produção Vegetal - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz - Piracicaba

ABSTRACT**LOW DOSE EFFECTS OF COBALT-60 GAMMA RADIATIONS ON RADISH SEEDS AND THE DEVELOPMENT OF THE PLANT, YIELD AND STORAGE OF ITS ROOTS**

Round red radish seeds (*Raphanus sativus* L.) were irradiated with 0.0 (control); 2.5; 5.0; 7.5 and 10.0 Gy at dose rate of 11.5 Gy/h for each dose, and sowed in the same day and six days after irradiation. Only the treatment 5.0 Gy dose produced roots weight at about 6.65 % heavier than the control, while in the others the production were smaller than in the control when the sowing was in the same day of irradiation, but 2.3 % heavier at six days after the irradiation of the seeds while the others were lighter than the control. No relation was observed between seeds irradiation and weight loss in storage.

Key words: gamma irradiation, seed, radish, yield, storage, *Raphanus sativus*.

INTRODUÇÃO

O efeito mutagênico das radiações ionizantes é muito conhecido e utilizado para a obtenção do melhoramento genético de plantas, principalmente as de interesse agrícola. Ainda a inibição do brotamento de batatas e cebolas pode ser obtida mediante a irradiação destes alimentos, prolongando-se dessa forma o seu período de armazenamento. Outro efeito das radiações, não tão difundido, mas observado logo após a descoberta da radioatividade, é o da estimulação de diversas funções biológicas de animais, plantas e bactérias, conhecido como rádio-hormesis.

A irradiação de sementes ou plantas com determinadas doses de radiação pode promover o aumento e/ou aceleração da germinação, maior desenvolvimento da planta, aumento da produção agrícola, etc. As doses de radiação utilizada para a obtenção desses estímulos não chegam a causar modificações no patrimônio genético do organismo irradiado, pois

geralmente o nível de dose utilizado é baixo. Além disso, doses crônicas são muitas vezes mais efetivas para causar efeito estimulante do que as agudas (Luckey, 1980).

Thaug (1960) obteve um aumento na produção de grãos de arroz ao irradiar sementes em uma fonte de cobalto-60 com doses de 500 e 1500 R. Verificou também que maiores concentrações de fosfato adicionado ao solo acentuava ainda mais esse aumento.

Suss (1966) ao irradiar sementes de milho em uma fonte de Césio-137 obteve aumento na produção, observaram também que o clima em que foi realizado o cultivo influenciou no efeito estimulante. Em clima frio e chuvoso a produção foi maior com a dose de 1 R, enquanto que em clima quente e menos chuvoso a dose de 100 R foi a mais efetiva.

Fowler & MacQueen (1972), trabalharam com três variedades de trigo submetidas à irradiação gama, observaram que uma das variedades apresentou um aumento significativo na produção com dose de 1000 R, em um ano quando as condições de cultivo não puderam ser consideradas ideais.

Marcos Filho *et al.* (1972) irradiaram sementes de arroz IAC-435 com doses variando entre 25 rad e 6,4 krad, em uma fonte de cobalto-60. Obtiveram um aumento na produção de grãos com a dose de 200 rad.

Um aumento na produção de frutos de tomate foi induzido com doses de 500 e 750 R de radiação gama de Césio-137, em um trabalho realizado por Sidrak & Suess (1973).

Degner & Schacht (1974, 1975, 1977, 1981) realizaram diversos experimentos em diferentes locais de cultivo com sementes de milho irradiadas, visando o aumento da produção. Obtiveram bons resultados com doses de radiação gama de 0,5; 2,0 e 4,5 Gy. Fizeram também um estudo sobre a taxa de dose mais adequada, observando que com a dose de 0,5 Gy, taxas de dose de 0,5 e 0,6 Gy/min eram mais efetivas, assim como 7 Gy/min para a dose de 4,5 Gy.

Degner & Schacht (1984) fizeram um estudo comparativo dos efeitos das radiações no processo germinativo e no desenvolvimento das

plantas, afim de verificar se os aumentos de produção final poderiam ser detectados e previstos durante a germinação. Trabalharam com diferentes variedades de milho, trigo, cevada, aveia, tremoço, colza e nabo, irradiando as sementes com doses entre $6,25 \times 10^{-2}$ e 60 Gy. Concluíram que esse tipo de previsão não era possível, pois as doses estimulantes de produção não coincidiram com aquelas que estimulava a germinação.

Kikuchi & Wiendl (1989) comprovaram que houve atraso na germinação de sementes, e os pesos úmido e seco foram inferiores aos da testemunha em rabanete comprido vermelho irradiadas em uma fonte de radiação gama de Cobalto-60, com doses de 10 e 30 Gy, sob várias taxas de doses. O trabalho teve como objetivo verificar os efeitos de baixas doses de radiação gama de cobalto-60 sobre as sementes de rabanete, material escolhido por ser uma espécie de rápido desenvolvimento e com registros minuciosos do aumento da germinação quando suas sementes foram irradiadas, assim como o volume e quantidade de carboidratos das raízes (Pal *et al.*, 1976).

MATERIAL E MÉTODOS

As sementes de rabanete redondo vermelho *Raphanus sativus* L., família Cruciferae, com 5,4% de umidade e 85% de poder germinativo, foram irradiadas em uma fonte de Cobalto-60 tipo Gammabeam com doses de 0; 2,5; 5,0; 7,5; e 10,0 Gy, com a taxa de dose de 11,5 Gy/h.

A semeadura foi realizada no dia da irradiação e repetida seis dias após, em parcelas (canteiros de 1,2 x 1,5 metro) devidamente preparados e adubados com fósforo e potássio no plantio, e nitrogênio em cobertura, com quatro repetições por tratamento em delineamento experimental inteiramente casualizado.

Anotou-se a germinação das sementes nas parcelas, e na época do desbaste, foi mantida uma planta a cada 8 centímetros nas linhas, espaçadas em 15 centímetros. Durante o cultivo, várias inspeções foram realizadas para verificar ocorrência de pragas e doenças.

Em cada plantio foram efetuadas duas colheitas, iniciando a primeira quando as raízes começaram a apresentar padrão para comercialização, aos 32 e 36 dias respectivamente para o primeiro e segundo plantio, e outra colheita três dias depois. Os parâmetros avaliados foram: peso, comprimento e diâmetro da raiz; número, comprimento e peso das folhas; peso verde total da planta; relação entre peso verde da folha e peso verde da raiz (PVF/PVR); peso da matéria seca da raiz; peso da matéria seca das folhas; relação peso da matéria seca da folha e peso da matéria seca da raiz (PSF/PSR); peso da matéria seca total da planta em dez plantas por parcela em uma colheita. Na outra: o peso da folha; comprimento, diâmetro e peso da raiz; peso verde total da planta; relação peso verde da folha e peso verde da raiz (PVF/PVR) em dez plantas por parcela. Posteriormente foi anotada a produção total do peso verde da folha; peso verde da raiz e peso total da planta, nas duas colheitas por parcela. O teste de Tukey foi aplicado nas médias calculadas.

Para o tratamento de maior produção em peso úmido de raiz e para a testemunha foram realizadas análises pelo método do indicador 2,6 diclorobenzenoindofenol (Jacobs, 1958; Leme Júnior & Malavolta, 1950) para verificar os teores de ácido ascórbico.

Para avaliação do armazenamento, cinco raízes de cada tratamento foram colocadas em saco plástico, com duas repetições, e armazenadas em condições ambiente, e em câmara fria e úmida com umidade relativa de 90% e temperatura de 1,0°C, armazenadas até início de deteriorização. Foram efetuadas pesagens no início e final, e finalmente foram estimadas as médias de perda de peso durante o período de armazenamento.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As sementes germinaram quatro dias após a semeadura em todas as parcelas e em ambos os plantios, não apresentando diferenças em relação a testemunha nem aos tratamentos.

As Tabelas 1 e 2 apresentam as médias obtidas respectivamente na primeira e segunda colheitas para o plantio realizado logo após a irradiação das sementes. Verifica-se que o tratamento 5,0 Gy apresentou as maiores médias nos parâmetros avaliados, sendo que a diferença entre a testemunha e os tratamentos diminuiu na segunda colheita.

Nas Tabelas 3 e 4 são apresentadas as médias das colheitas da semeadura seis dias após a irradiação das sementes. Verifica-se pela Tabela 3 que a testemunha apresentou médias ligeiramente superiores aos demais tratamentos. Já na segunda colheita, Tabela 4, o tratamento 2,5 Gy apresentou médias superiores às da testemunha e dos demais tratamentos.

Pela Tabela 5 constata-se que, na produção total das duas colheitas do primeiro plantio, o tratamento 5,0 Gy apresentou maior produção, aproximadamente 6,65% maior que a testemunha em peso úmido de raiz. Enquanto na Tabela 6, a produção total nas duas colheitas do segundo plantio, o tratamento 2,5 Gy apresentou produção aproximadamente 2,3% maior que a testemunha quanto a produção de raízes, mas estatisticamente estas diferenças não foram significativas.

Nas análises dos teores de ácido ascórbico, tanto para testemunha como o tratamento 5,0 Gy e semeadura no dia da irradiação, a média de três repetições apresentou teores de 28,84mg/100g de ácido ascórbico, contrariando os dados obtidos por Pal *et al.* (1976).

As médias de peso de raízes no armazenamento encontram-se na Tabela 7, na qual verificamos que não há correlação entre as doses de radiação de sementes e perda de peso das raízes durante o armazenamento. O tratamento mais produtivo não apresentou perdas menores, e, embora no armazenamento em câmara as porcentagens de perdas foram superiores a da testemunha em todos os tratamentos das raízes provenientes da semeadura na mesma data da irradiação. Nos demais casos as diferenças de perdas foram reduzidas.

TABELA 1. Médias dos parâmetros avaliados e resultados estatísticos do teste de Tukey da primeira colheita, após 32 dias das sementes irradiadas e semeadas no mesmo dia. (Peso em gramas, comprimento e diâmetro em centímetros).

Parâmetros	Tratamentos					Resultados Estatísticos		
	Test.	2,5 Gy	5,0 Gy	7,5 Gy	10,0Gy	F	Prob.>F	CV%
Número de folhas	8,025a	8,200a	8,674a	8,250a	8,075a	1,93	0,1570	4,49
Comprimento da folha	20,97a	19,14a	21,08a	20,63a	19,07a	1,48	0,2563	8,08
Peso úmidos das folhas	13,69a	12,33a	14,22a	13,12a	11,28a	0,91	0,5128	18,80
Peso da matéria seca folhas	0,915a	0,800a	0,912a	0,805a	0,772a	0,91	0,5134	16,89
Comprimento da raiz	3,722a	3,590a	3,760a	3,580a	3,477a	0,36	0,8336	10,55
Diâmetro da raiz	2,750a	2,705a	2,977a	2,740a	2,545a	0,72	0,5940	13,29
Peso úmido da raiz	15,85a	13,91a	18,10a	14,75a	12,58a	0,83	0,5281	30,47
Peso da matéria seca da raiz	0,579a	0,544a	0,680a	0,551a	0,569a	0,24	0,9104	38,46
Peso úmido da planta	29,54a	26,24a	32,33a	27,88a	23,87a	0,89	0,5064	24,30
Peso da matéria seca planta	1,495a	1,342a	1,592a	1,357a	1,340a	0,42	0,7926	24,55
PUF/PUR*	0,903a	0,953a	1,214a	0,893a	0,978a	1,43	0,2708	22,15
PMSF/PMSR**	1,673a	1,648a	1,449a	1,494a	1,552a	1,17	0,9468	29,67

Médias seguidas da mesma letra na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p=0.05$).

Médias obtidas de 4 repetições de 10 plantas por parcela; *Relação Peso úmido das folhas/Peso úmido da raiz; **Relação peso da matéria seca das folhas/Peso da matéria seca da raiz.

F: Estatística F da análise da variância

Prob>F: Probabilidade de significância.

C.V.: Coeficiente de Variação.

Tabela 2. Médias dos parâmetros avaliados e resultados estatísticos do teste de Tukey da segunda colheita, aos 35 dias após irradiação e semeadura das sementes. (Peso em gramas, comprimento e diâmetro em centímetros).

Parâmetros	Tratamentos					Resultados Estatísticos		
	Test.	2,5 Gy	5,0 Gy	7,5 Gy	10,0Gy	F	Prob.>F	CV%
Peso úmido das folhas	16,57 a	13,72a	17,37a	16,02a	14,50a	1,27	0,3237	17,0
Comprimento da raiz	4,51 a	4,05a	4,39a	4,14a	4,43a	1,29	0,3182	8,1
Peso úmido da raiz	29,39 a	22,08a	30,13a	26,40a	22,63a	1,84	0,1726	21,0
Diâmetro da raiz	3,44 a	3,12a	3,57a	3,42a	3,03a	2,67	0,0727	8,5
Peso úmido da planta	45,99 a	35,81a	47,51a	42,42a	37,14a	1,76	0,1889	18,7
PUF/PUR*	0,648 a	0,730a	0,600a	0,657a	0,695a	0,92	0,5231	15,4

Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p=0,05$).

Médias obtidas de 4 repetições de 10 plantas de cada parcela; *Relação Peso úmido das folhas/Peso úmido da raiz.

F: Estatística F da análise da variância

Prob>F: Probabilidade de significância.

CV: Coeficiente de Variação.

TABELA 3. Médias dos parâmetros avaliados e resultados estatísticos do teste de Tukey da primeira colheita, após 36 dias da semeadura com sementes plantadas após seis dias da irradiação. (Peso em gramas, comprimento e diâmetro em centímetros).

Parâmetros	Tratamentos					Resultados estatísticos		
	Test.	2,5 Gy	5,0 Gy	7,5 Gy	10,0Gy	F	Prob.>F	CV%
Número de folhas	7,00 a	7,25a	7,12a	7,25a	6,92a	0,351	0,839	6,943
Comprimento da folha	20,73 a	21,05a	21,25a	21,03a	20,78a	0,136	0,963	5,568
Peso úmidos das folhas	12,96 a	12,95a	12,30a	13,05a	13,04a	0,224	0,918	10,36
Peso da matéria seca folhas	0,869 a	0,857a	0,885a	0,890a	0,870a	0,081	0,983	10,53
Comprimento da raiz	4,455 a	4,35a	4,272a	4,352a	4,245a	0,482	0,750	5,452
Diâmetro da raiz	3,465 a	3,365a	3,415a	3,447a	3,367a	0,206	0,929	5,861
Peso úmido da raiz	29,33 a	27,32a	26,86a	28,15a	27,00a	0,378	0,821	12,00
Peso da matéria seca da raiz	1,244 a	1,128a	1,156a	1,145a	1,204a	0,288	0,880	15,07
Peso úmido da planta	42,29 a	40,27a	39,16a	41,20a	40,04a	0,281	0,885	11,11
Peso da matéria seca planta	2,112 a	1,985a	2,040a	2,035a	2,075a	0,176	0,945	11,07
PUF/PUR*	0,475 a	0,493a	0,476a	0,492a	0,501a	0,217	0,923	10,17
PMSE/PMSR**	0,736 a	0,818a	0,846a	0,837a	0,762a	0,333	0,851	20,92

Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey (p=0.05).

Médias obtidas de 4 repetições de 10 plantas de cada parcela; *Relação Peso úmido das folhas/Peso úmido da raiz; **Relação peso da matéria seca das folhas/Peso da matéria seca da raiz.

F: Estatística F da análise da variância

Prob>F: Probabilidade de significância.

C.V.: Coeficiente de Variação.

TABELA 4 . Médias dos parâmetros avaliados e resultados estatísticos do teste de Tukey da segunda colheita, após 39 dias da semeadura, com sementes plantadas após seis dias da irradiação. (Peso em gramas, comprimento e diâmetro em centímetros).

Parâmetros	Tratamentos						Resultados estatísticos	
	Test.	2,5 Gy	5,0 Gy	7,5 Gy	10,0Gy	F	Prob.>F	CV%
Peso úmido das folhas	13,70 a	15,09a	13,50a	13,04a	13,77 ^a	0,585	0,680	14,48
Comprimento da raiz	4,68,a	4,88a	4,67a	4,72a	4,96 ^a	0,566	0,693	7,20
Peso úmido da raiz	35,59 a	39,15a	33,63a	33,20a	37,13 ^a	0,833	0,526	15,15
Diâmetro da raiz	3,78 a	3,78a	3,64a	3,60a	3,74 ^a	0,669	0,625	5,41
Peso úmido da planta	49,27 a	54,25a	47,12a	46,23a	50,91 ^a	0,852	0,515	13,98
PUF/PUR*	0,391 a	0,403a	0,412a	0,420a	0,383 ^a	0,299	0,873	13,62

Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey (p=0.05).

Médias obtidas de 4 repetições de 10 plantas de cada parcela; *Relação Peso úmido das folhas/Peso úmido da raiz.

F: Estatística F da análise da variância

Prob>F: Probabilidade de significância.

C.V.: Coeficiente de Variação.

TABELA 5 - Médias dos parâmetros avaliados e resultados estatísticos do teste de Tukey do total de ambas colheitas das sementes irradiadas e semeadas no mesmo dia. (Peso em gramas).

Parâmetros	Tratamentos					Resultados estatísticos		
	Test.	2,5 Gy	5,0 Gy	7,5 Gy	10,0Gy	F	Prob.>F	CV%
Peso úmido da raiz	452,47a	359,86a	482,36 ^a	411,59a	352,20a	1,4340	0,2705	23,02
Peso úmido das folhas	302,87a	260,76a	316,13 ^a	291,46a	257,94a	1,1854	0,3571	16,53
Peso úmido da planta	755,34a	620,63a	798,49 ^a	703,05a	610,15a	1,4070	0,2788	19,90

Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p=0.05$).

Médias obtidas de 4 repetições de 10 plantas de cada parcela.

F: Estatística F da análise da variância

Prob>F: Probabilidade de significância.

C.V.: Coeficiente de Variação.

TABELA 6 - Médias dos parâmetros avaliados e resultados estatísticos do teste de Tukey de total de ambas colheitas da semeadura seis dias após a irradiação. (Peso em gramas).

Parâmetros	Tratamentos					Resultados estatísticos		
	Test.	2,5 Gy	5,0 Gy	7,5 Gy	10,0Gy	F	Prob.>F	CV%
Peso úmido da raiz	649,24a	664,70a	604,97 ^a	613,63a	641,34a	0,4229	0,7912	12,07
Peso úmido das folhas	266,46a	280,57a	257,89 ^a	260,76a	268,26a	0,3833	0,8181	10,62
Peso úmido da planta	915,71a	945,28a	862,86 ^a	874,40a	909,59a	0,4425	0,7777	11,07

Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p=0.05$).

Médias obtidas de 4 repetições de 10 plantas de cada parcela.

F: Estatística F da análise da variância

Prob>F: Probabilidade de significância.

C.V.: Coeficiente de Variação.

Tabela 7 - Médias de porcentagem de perda de peso (% P.P.) dos tratamentos nos plantios de rabanete, em condições de ambiente e em câmara fria. Primeiro plantio no dia da irradiação. O segundo plantio foi seis dias após a irradiação.

PRIMEIRO PLANTIO				SEGUNDO PLANTIO			
AMBIENTE(13DIAS)		CÂMARA-105 DIAS		AMBIENTE- 8 DIAS		CÂMARA- 92 DIAS	
DOSES (Gy)	% P.P.	DOSES (Gy)	% P.P.	DOSES (Gy)	% P.P.	DOSES (Gy)	% P.P.
Trat.:2,5	1,0977	Trat.:2,5	17,678	Trat.:2,5	0,8051	Trat.:2,5	9,049
Trat.:5,0	1,3825	Trat.:5,0	14,131	Trat.:5,0	0,8085	Trat.:5,0	8,80
Trat.:7,5	0,7221	Trat.:7,5	30,810	Trat.:7,5	0,5744	Trat.:7,5	4,56
Trat.:10,0	0,6499	Trat.:10,0	19,106	Trat.:10,0	0,2691	Trat.:10,0	7,88
Trat.:TEST.	0,7363	Trat.:TEST.	10,604	Trat.:TEST.	0,253	Trat.:TEST.	5,41

4. CONCLUSÃO

A irradiação gama induziu estímulo nas sementes de rabanete com a dose de 5,0 Gy, aumentando a produção de raízes em aproximadamente 6,65% em relação a testemunha, quando as sementes foram plantadas logo após a irradiação. Nas sementes plantadas seis dias após irradiadas, esse estímulo já havia desaparecido.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- DEGNER, W. & W. SCHACHT, 1974 Untersuchungen Über Spezifische Wirkungen Kleiner Dosen Ionisierender Strahlungen Auf Saatgut von Kulturpflanzen. I. Mitteilung: Mehr Parzellenversuche zur Bestimmung der Stimulierende Wirkung Kleiner Dosen ⁶⁰Co-Gamma-Strahlung Auf die Ertragsleistung von Silomais. **Radiobiologia Radiotherapia**, Berlin, v.15, n. 6, p. 661-7.
- DEGNER, W. & W. SCHACHT, 1975 Untersuchungen Über Spezifische Wirkung Kleiner Dosen Ionisierender Strahlungen auf Saatgut von Kulturpflanzen. II. Mitteilung: Fünfjährige Produktionsversuche mit ⁶⁰Co-Gamma-Bestrahltem Silomaissaatgut. **Radiobiologia**

Radiotherapia, Berlin, v. 16, n. 1, p. 37-49.

DEGNER, W. & W. SCHACHT, 1977. Untersuchungen Über die Spezifische Wirkung Kleiner Dosen Ionisierender Strahlungen auf Saatgut von Kulturpflanzen. IV. Mitteilung: Einfluss der Lagerungszeit von ^{60}Co -Gamma-Bestrahltem Silomaissaatgut auf den Mehrertrag.

Radiobiologia Radiotherapia, Berlin, v. 18, n. 3, p. 357-64.

DEGNER, W. & W. SCHACHT, 1981 Untersuchungen Über die Spezifische Wirkung Kleiner Dosen Ionisierender Strahlungen auf Saatgut von Kulturpflanzen. IV. Mitteilung: Produktionsversuche zur Praktischen Erprobung der Fahrbaren Saatgutbestrahlungsanlage "Koloss" unter den Produktionsbedingungen der Deutschen Demokratischen Republik. **Radiobiologia Radiotherapia**, Berlin, v. 22, n. 3, p. 341-53.

DEGNER, W. & W. SCHACHT, 1984. Untersuchungen Über die Spezifische Wirkung Kleiner Dosen Ionisierender Strahlung auf Saatgut von Kulturpflanzen. VII. Mitteilung: Untersuchungen Über Keimungsverlauf und Ertragsbildung bei Gamma-Bestrahlten Saatgut Verschiedener Kulturarten. **Radiobiologia Radiotherapia**, Berlin, v. 25, n. 1, p. 83-92.

FRANCO, GUILHERME, 1989. **Tabela de Composição Química dos Alimentos**. Livraria Atheneu Editora, Rio de Janeiro, p. 101.

FOWLER, D.B. & N.F. MAC QUEEN, 1972 Effects of Low Doses of Gamma Radiation on Yield and Other Agronomic Characters of Spring Wheat (*Triticum aestivum*). **Rad. Botany**, Elmsford, v. 12, p.349-53.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE, 1981. Tabelas de Composição de Alimentos in: **Estudo Nacional da Despesa Familiar**, v. 3, publicações especiais, Rio de Janeiro, p. 63.

JACOBS, M.B., 1958. **The Chemical Analysis of Food Products**. Van Nostrand, New York, 979 pp.

KIKUCHI, O.K. & F.M. WIENDL, 1989. Efeitos da Radiação Gama de Cobalto-60 sobre Sementes de Rabanete. **En. Nucl. & Agric.**, Piracicaba, v. 10, n. 1, p. 45-54.

KILLION, D.D. & M.J. CONSTANTIN, 1971. Acute Gamma Irradiation on the Wheat Plant; Effects of Exposure, Exposure Rate and

- Development Stage on Survival, Height and Grain Yield. **Rad. Botany**, Elmsford, v. 11, p. 367-73.
- KILLION, D.D. & M.J. CONSTANTIN, 1972. Gamma Irradiation of Corn Plants: Effects of Exposure, Exposure Rate and Developmental Stage on Survival, Height and Grain Yield of Two Cultivars. **Rad. Botany**, Elmsford, v. 12, p. 159-64.
- KILLION, D.D.; M.J. CONSTANTIN; E.G. SIEMER, 1971. Acute Gamma Irradiation on the Soybean Plant: Effects of Exposure, Exposure Rate and Development Stage on Growth and Yield. **Rad. Botany**, Elmsford, v. 11, p. 225-32.
- LEME JUNIOR, J. & E. MALAVOLTA, 1950. Determinação Fotométrica de Ácido Ascórbico. **Anais da ESALQ**, v. 7, p. 115-29.
- LUCKEY, T.D., 1980. **Hormesis with Ionizing Radiation**. Boca Raton, CRC Press, 200 p.
- MANDELS, M.; R. ANDREOTTI; C. ROCHE, 1976 Measurement Saccharifying Cellulase. **Biotech. & Bioengineer. Symp.**, New York, v. 6, p. 21-33.
- MARCOS FILHO, J.; C. BRAGANTINI; F.D.P. SANTOS, 1972. **Comportamento de Sementes de Arroz (*Oriza sativa* L.) Submetidas a Radiações Gama**. Piracicaba, CENA/USP, Bol. Téc. n° 7).
- PAL, I.; L. PANNONHALMI; F. MAUL, 1976. Report on the Red Radish Phytotron Experiments Coordinated by ESMA at Gadolo, Hungary. **Stimul. Newsl**, v. 9, p. 39-45.
- SIDRAK, G.H. & A. SUESS, 1973. Effects of Low Doses of Gamma Radiation on the Growth and Yield of Two Varieties of Tomato. **Rad. Botany**, Elmsford, v.13, p.309-14.
- SUSS, A., 1966. Effects of Low Doses of Seed Irradiation on Plant Growth. In: **INT. ATOM. ENERGY AGENCY: Effects of Low Doses of Radiation on Crop Plant**. Vienna. P.1-11 (Tech. Rep., 64).
- THAUNG, M.M., 1960. Stimulating Effects of Nuclear Radiations on Development and Productivity of Rice Plants, **Nature**, New York, 186:982-3.
- ZONTA, E.P.; A.A. MACHADO, 2000. Sistema de Análise Estatística - SANEST. (Software). Piracicaba: Ciagri/USP.