

EFEITOS DE RADIAÇÕES GAMA DO ^{60}Co NA CONSERVAÇÃO DA SEMENTE DO FEIJOEIRO (*Phaseolus vulgaris* L.), VARIEDADE GOIANO PRECOCE *

JÚLIO MARCOS FILHO **
OSWALDO P. GODOY **

RESUMO

No Departamento de Agricultura e Horticultura da E. S. A. «Luiz de Queiroz», o comportamento de sementes de feijoeiro, variedade Goiano Prococe, irradiadas e conservadas em condições ambientais, foi estudado mediante a instalação periódica de testes de germinação e testes de emergência.

As sementes foram submetidas a 0,0, 0,4, 0,8, 1,6, 3,2 e 6,4 krad de radiações gama na bomba de Cobalto do Centro de Energia Nuclear na Agricultura (CENA).

Os testes de laboratório constaram da observação, em nove épocas, segundo esquema fatorial, da germinação das sementes submetidas aos diversos tratamentos. O vigor das sementes foi avaliado de acordo com a velocidade de emergência das plântulas em canteiros, segundo esquema fatorial, em seis épocas.

Após as análises e discussão dos resultados, chegou-se às seguintes conclusões:

a) Embora tenham sido constatados efeitos imediatos das doses de irradiação utilizadas, sobre o poder germinativo, há possibilidade de melhor conservação das sementes irradiadas por período de tempo prolongado, em condições normais de ambiente.

b) Dentro das dosagens empregadas, o tratamento 0,8 krad se revelou o mais favorável; os tratamentos 0,4 e 1,6 krad também podem ser recomendados.

c) Testes de vigor são mais indicados para esse tipo de estudo, por serem mais rigorosos que os de germinação.

INTRODUÇÃO

A semente em estágio de maturação fisiológica apresenta, normalmente, viabilidade máxima, fato este de grande importância na agricultura se for levado em consideração que, muitas vezes, não é possível a sua comercialização e utilização logo após a colheita.

Assim, deve ser convenientemente armazenada de modo a manter suas boas características, até o momento de ser utilizada. O armazena-

* Entregue para publicação em 04/07/74.

** Departamento de Agricultura e Horticultura — ESALQ/USP.

mento sob condições inadequadas acelera a deterioração da semente um processo irreversível, que determina queda do poder germinativo e, principalmente, do vigor, além de outras alterações que provocam queda da qualidade da semente.

Em nosso meio, com raras exceções, o armazenamento da semente não é conduzido satisfatoriamente; um exemplo típico é a do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.), em que as condições de produção e armazenamento são precárias, quando existem.

No entanto, devido à importância dessa cultura para o país, numerosos experimentos vêm sendo conduzidos atualmente, para se avaliar os seus mais variados aspectos, principalmente aquele referente à semente, uma das principais causas do seu baixo rendimento.

O presente trabalho visa obter informações sobre a conservação de sementes de feijoeiro, através da utilização de radiações ionizantes. Estudos sobre a viabilidade de sementes irradiadas e conservadas em condições normais de ambiente, foram conduzidos através de testes de germinação, em laboratório, e de testes de emergência, em canteiros, no Departamento de Agricultura e Horticultura da Escola Superior de Agricultura «Luiz de Queiroz».

REVISÃO DA LITERATURA

GENTER e BROWN (1941), provavelmente, os primeiros a estudarem os efeitos de radiações ionizantes em sementes de feijoeiro (*P. vulgaris* L.), constataram baixas porcentagens de emergência de plântulas influenciadas por doses de radiações X superiores a 2,1 krad, proporcionalmente menores com o aumento da dose.

GUSTAFSSON (1944), por sua vez, verificou que a germinação de sementes submetidas a doses inferiores a 5,0 krad de radiação X foi semelhante à da testemunha. Porém, sementes submetidas a 10,0 krad não germinaram. POMPEU (1963) e BAJAJ e col. (1970) não verificaram diferença entre o poder germinativo de sementes submetidas a doses inferiores a 8,0 krad e a da testemunha e constataram baixas porcentagens de germinação após a irradiação com doses superiores a 15,0 krad.

Por outro lado, STAN e JINGA (1967) relataram efeitos de estímulo à germinação e à velocidade de emergência de plântulas de feijoeiro originadas de sementes submetidas a doses inferiores a 2,0 krad, em relação à testemunha. Esses resultados de germinação foram também obtidos por GORANOV e col. (1969), que constataram, ainda, redução do poder germinativo com dose de 10,0 krad de radiações gama.

KRATZ e D'AULISIO (1970) irradiando sementes de feijoeiro com radiações X, não obtiveram resultados condizentes com os dos pesquisadores citados anteriormente; verificaram que as doses de 10,0 e 20,0 krad não influenciaram significativamente no poder germinativo, embora tenha ocor-

rido queda gradativa da germinação de acordo com o aumento da dosagem de irradiação.

Alguns autores, trabalhando com outras espécies, procuraram associar radiosensibilidade de sementes com o seu teor de umidade e condições ambientais durante o armazenamento. Assim, CURTIS e col. (1958), CALDECOTT (1961) e NATARAJAN e MARIC ((1961), embora adotassem condições experimentais diferentes, concluíram que, de uma maneira geral, a radiosensibilidade de sementes aumenta proporcionalmente ao período de armazenamento, principalmente, em sementes secas (teor de umidade inferior a 10,0%).

Por outro lado, WOLFF e SICARD (1961) e JOSHI e col. (1969), verificaram que sementes armazenadas sob condições ambientes que possibilitem absorção de umidade, mostraram recuperação dos danos iniciais provocados pela irradiação e não aumento da radiosensibilidade.

MATERIAL E MÉTODO

As sementes de feijoeiro (*P. vulgaris* L.), variedade «Goiano Precoce», foram obtidas no campo experimental do Departamento de Agricultura e Horticultura da Escola Superior de Agricultura «Luiz de Queiroz», U.S.P.; a variedade experimentada é uma das indicadas pela Secretaria da Agricultura para cultivo, no Estado de São Paulo.

Colhidas as plantas e debulhadas as vagens manualmente, foram as sementes submetidas à escolha cuidadosa, resultando um lote constituído, exclusivamente, de sementes fisicamente puras, que foi colocado em câmara seca (umidade relativa de 35,0% e temperatura média de, aproximadamente, 23,0°C) para uniformização do teor de umidade.

Atingida essa uniformização (teor de umidade de aproximadamente 7,60%), o lote foi dividido em amostras de 60,0 g, acondicionadas em saquinhos de polietileno e submetidas a radiações gama na fonte de ^{60}Co do Centro de Energia Nuclear na Agricultura (CENA).

As doses de absorção, que constituíram os diferentes tratamentos foram as seguintes:

D_0	=	sementes	não	irradiadas
D_1	=	sementes	submetidas	a 0,4 krad
D_2	=	»	»	a 0,8 krad
D_3	=	»	»	a 1,6 krad
D_4	=	»	»	a 3,2 krad
D_5	=	»	»	a 6,4 krad

Uma vez irradiadas, as amostras de cada um dos tratamentos foram colocadas em sacos de papel Kraft e retornaram à câmara seca;

após a instalação do primeiro teste de germinação ou de emergência, foram armazenadas sob condições normais de ambiente.

1. Testes de Germinação

Os testes de germinação foram instalados de acordo com a técnica descrita por BACCHI (1967), com duas modificações: 1.^a) quatro repetições de 50 sementes cada uma, em vez de quatro repetições de 100 sementes (para que se pudesse executar um exame mais pormenorizado das plântulas); 2.^a) apenas uma contagem de germinação, em vez de duas aos cinco e oito dias após a instalação dos testes (para diminuir a probabilidade do apodrecimento das plântulas, que normalmente ocorre devido ao manuseio das mesmas durante a primeira contagem). Foram interpretados no quinto dia após a data de sua instalação, computando-se as percentagens de plântulas normais.

A germinação se processou em germinador BURROWS a 30,0°C, usando-se rolos de papel toalha (papel XUGA) como substrato. Os testes em número de 9, foram realizados a intervalos de 1 mês, a saber:

$E_0 =$ logo após, $E_1 =$ 1 mês, $E_2 =$ 2 meses, $E_3 =$ 3 meses,
 $E_4 =$ 4 meses, $E_5 =$ 5 meses, $E_6 =$ 6 meses, $E_7 =$ 7 meses,
 $E_8 =$ 8 meses após as irradiações.

Os dados de germinação, transformados em ângulos (SNEDECOR, 1945), foram submetidos à análise estatística, segundo esquema encontrado em PIMENTEL GOMES (1963). As médias dos tratamentos foram comparadas pelo método de Tukey.

2. Testes de Emergência das Plântulas

Foram conduzidos após o encerramento dos testes de germinação. O poder germinativo das sementes destinadas à instalação dos testes de emergência foi avaliado mediante um teste de germinação padrão, tendo sido constatada a média de 92,0%.

Os testes também foram realizados em intervalos de 1 mês, em número de 6, a saber: $E_0 =$ logo após, $E_1 =$ 1 mês, $E_2 =$ 2 meses, $E_3 =$ 3 meses, $E_4 =$ 4 meses e $E_5 =$ 5 meses após as irradiações. As sementes foram distribuídas em canteiros constituindo-se, cada teste, de seis tratamentos e duas repetições, num total de doze parcelas. Cada parcela constou de uma linha com 40 sementes espaçadas de 0,10 m; o espaçamento entre linhas foi de 0,80 m.

Irrigações e contagens diárias de emergência foram efetuadas até a obtenção de resultado constante para cada parcela, computando-se também, a porcentagem de emergência.

O vigor das sementes foi determinado de acordo com a velocidade de emergência das plântulas, utilizando-se a técnica descrita por BYRD (1967).

Os índices de velocidade de emergência e os dados de porcentagem de emergência ($x = \arcsin \sqrt{\%}$) foram submetidos à análise estatística segundo esquema fatorial encontrado em PIMENTEL GOMES (1963). Para comparação entre as médias dos tratamentos foi adotado o método de Tukey.

RESULTADOS

1. Germinação

A análise da variância dos dados referentes aos testes de germinação, revelou valores de F significativos, ao nível de 1% de probabilidade para os efeitos entre doses, entre testes e da interação doses e testes, conforme se observa no Quadro 1.

As médias obtidas para a interação, para os efeitos de doses, para os efeitos de testes, bem como as diferenças mínimas significativas e o coeficiente de variação encontram-se no Quadro 2.

O exame desse quadro permite verificar, quanto a doses dentro de teste, o seguinte:

— No teste instalado logo após a irradiação, a média obtida para a testemunha foi estatisticamente superior às dos demais tratamentos.

— As médias dos tratamentos, de uma maneira geral, não diferiram significativamente entre si nos testes efetuados do primeiro ao sexto mês.

— As médias dos tratamentos 3,2 e 6,4 krad foram estatisticamente inferiores às de 0,8 e 1,6 krad, sete meses após as irradiações; nesta mesma época 0,4 krad apresentou média superior a 6,4 krad.

— As médias de 0,4 e 0,8 krad foram significativamente superiores a 3,2 krad e 6,4 krad, oito meses após as irradiações; as sementes submetidas a 0,8 krad apresentaram, ainda, média superior à da testemunha e à das irradiadas com 1,6 krad.

O estudo de testes dentro de dose mostra que:

— A germinação verificada para a testemunha, logo após as irradiações, foi superior às obtidas em todos os testes seguintes; do primeiro ao quinto mês não houve diferença significativa entre as médias, que apresentaram queda no sexto, sétimo e oitavo mês.

— As médias obtidas para 0,4 krad apresentaram decréscimo significativo, no sexto, sétimo e oitavo mês, em relação aos meses anteriores.

— Sementes submetidas a 0,8 krad não apresentaram variações sig-

nificativas nas médias de germinação, durante o período de testes efetuados.

— As médias constatadas para 1,6 krad não apresentaram variação significativa até o quinto mês; aos oito meses a germinação foi inferior às dos meses anteriores.

— O tratamento 3,2 krad apresentou médias de germinação sem variações significativas até o quarto mês; no sexto, sétimo e oitavo mês as médias foram inferiores às dos demais.

— As médias de 6,4 krad, aos sete e oito meses após as irradiações foram significativamente inferiores às dos demais meses.

2. Emergência

2.1. Vigor

A análise da variância dos dados referentes à velocidade de emergência das plântulas, revelou valores de F significativos, ao nível de 1% de probabilidade, para doses e para testes. A interação doses e testes não foi significativa, conforme se observa no Quadro 3.

No Quadro 4, encontram-se as médias obtidas para doses e para testes, o coeficiente de variação e as diferenças mínimas significativas.

Verifica-se quanto a doses, que as sementes irradiadas com 0,4, 0,8 e 1,6 krad apresentaram médias de velocidade de emergência estatisticamente superiores às observadas para os tratamentos 3,2 krad, 6,4 krad e testemunha. Quanto aos testes, as médias constatadas aos quatro e cinco meses após as irradiações foram significativamente inferiores às do primeiro e segundo mês. As médias observadas logo após as irradiações foram inferiores às do primeiro, segundo e terceiro mês.

2.2. Porcentagem de Emergência

Valores de F significativos, ao nível de 1% de probabilidade, foram revelados na análise da variância dos dados de porcentagem de emergência das plântulas, para os efeitos de doses e de testes. A interação doses e testes não foi significativa, como se observa no Quadro 5.

Examinando-se as médias e as diferenças mínimas significativas, que se encontram no Quadro 6 verifica-se, quanto a doses, que as médias do tratamento 0,8 krad foram significativamente superiores às demais, com exceção para o tratamento 0,4 krad. Quanto aos testes, as médias obtidas no primeiro e segundo mês foram superiores às obtidas no quarto e quinto mês; a média do segundo mês foi, ainda, superior à observada logo após as irradiações.

QUADRO 1 — Análise da variância dos dados de germinação
($x = \text{arc sen } \sqrt{\%}$)

Causas de Variação	G. L.	F
Doses (D)	5	10,09**
Testes (E)	8	57,13**
D x E	40	3,13**
Resíduo	162	
T O T A L	215	

QUADRO 3 — Análise da variância dos dados de velocidade de emergência das plântulas ($x = \text{índice de velocidade de emergência}$)

Causas de Variação	G. L.	F
Doses (D)	5	18,78**
Testes (E)	5	11,00**
D x E	25	1,72
Resíduo	36	
T O T A L	71	

QUADRO 5 — Análise da variância dos dados de porcentagem de emergência
($x = \text{arc sen } \sqrt{\%}$)

Causas de Variação	G. L.	F
Doses (D)	5	6,72**
Testes (E)	5	6,67**
D x E	25	1,77
Resíduo	36	
T O T A L	71	

Quadro II: Germinação de sementes irradiadas de feijoeiro. Médias obtidas no período de 8 meses após irradiação em nove testes mensais ($x = \text{arc sen } \sqrt{\%}$).

Doses (Krad)	Testes Mensais									\bar{X}
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	
0,0	83,57	69,51	70,40	65,34	73,33	68,24	58,89	54,42	50,18	65,99
0,4	71,74	76,87	66,29	67,70	73,33	72,61	59,38	59,78	59,05	67,42
0,8	72,56	69,07	70,21	66,52	66,52	67,27	65,05	63,80	64,20	67,24
1,6	70,64	72,37	71,14	70,87	78,65	74,39	63,54	64,93	53,27	68,93
3,2	68,12	69,36	67,40	69,97	75,82	65,87	56,08	52,71	49,67	63,89
6,4	69,35	67,31	67,36	66,11	70,50	65,24	60,38	48,47	49,03	62,64
\bar{X}	72,66	70,75	68,90	67,75	73,03	68,94	60,55	57,35	54,23	
D.M.S. (Tukey)	— para doses (5%)							2,95		
	— para testes (5%)							3,99		
	— p/ doses dentro de teste (5%)							8,98		
	— p/ testes dentro de doses (5%)							9,79		
Coeficiente de Variação (%)								6,75		

Quadro IV: Vigor: Índices médios de velocidade de emergência para doses e para testes em sementes de feijoeiro irradiadas ($x = \text{índice de velocidade de emergência}$)

Doses (Krad)	0,0	0,4	0,8	1,6	3,2	6,4
Médias	12,54	13,34	13,58	13,11	12,49	12,26
Testes (meses após irradiação)	0	1	2	3	4	5
Médias	12,33	13,30	13,31	13,05	12,74	12,58
D.M.S. (Tukey) para doses e para testes (5%)						0,52
Coeficiente de Variação (%)						3,30

Quadro VI: *Emergência de plântulas originadas de sementes irradiadas de feijoeiro. Médias obtidas em seis testes mensais ($x = \text{arc sen } \sqrt{\%}$).*

Doses (Krad)	0,0	0,4	0,8	1,6	3,2	6,4
Médias	63,04	67,76	70,24	62,41	62,86	62,25
Testes (meses após irradiação)	0	1	2	3	4	5
Médias	62,25	67,49	69,16	66,56	61,73	61,37
D.M.S. (Tukey) para doses e para testes (5%)						5,57
Coeficiente de Variação (%)						6,99

DISCUSSÃO

Os resultados obtidos no presente trabalho, confirmaram a possibilidade de melhor conservação de sementes de feijoeiro, variedade «Goiano Precoce», submetidas a certas doses de radiações gama, por período de tempo prolongado. O armazenamento em condições normais de ambiente, após as irradiações, teve como objetivo a maior aproximação às condições normalmente encontradas na maioria das propriedades agrícolas, onde as sementes ficam sujeitas a condições menos apropriadas para a manutenção de sua viabilidade. O armazenamento em câmara seca, ambiente muito favorável à boa conservação das sementes, praticamente, não é utilizado em nosso meio.

Analisando-se os resultados de germinação obtidos no teste instalado logo após as irradiações, verifica-se a existência de efeitos negativos imediatos das doses utilizadas, em sementes de feijoeiro, dentro das condições experimentais adotadas. No entanto, nos testes instalados do primeiro ao sexto mês, a radiosensibilidade observada inicialmente não se manifestou, pois, de uma maneira geral, os efeitos dos tratamentos não diferiram estatisticamente entre si. Ocorreram exceções que podem ser atribuídas ao desenvolvimento de fungos nos testes ou, conforme se constatou posteriormente, ao emprego de papel de qualidade inferior como substrato.

Como a germinação das sementes irradiadas não se revelou estatisticamente inferior à da testemunha, durante todo o período de armazenamento, pode-se afirmar que as irradiações não prejudicaram a conservação das sementes. Esses resultados estão de acordo com os obtidos por WOLFF e SICARD (1961) e por JOSHI e colaboradores (1969); não coincidem com as observações de CURTIS e outros (1958), de CALDECOTT (1961) e de NATARAJAN e MARIC (1961).

O estudo da interação doses e testes mostrou também que a germinação das sementes submetidas a 0,4 krad, 1,6 krad, 3,2 krad, 6,4 krad

e as da testemunha não se alterou significativamente até cinco meses de armazenamento. A partir desse momento o poder germinativo decresceu em decorrência natural do período de armazenamento; no entanto, a dose de 0,8 krad destacou-se dos demais tratamentos, pois manteve a germinação sem alterações significativas durante todo o período de armazenamento. No sétimo e oitavo mês, as menores médias obtidas, para 3,2 krad, 6,4 krad e a testemunha, revelaram a perda de vigor das sementes após um longo período de armazenamento, fato comprovado posteriormente pelos resultados dos testes de vigor.

Os efeitos de doses sobre a germinação foram semelhantes aos obtidos por POMPEU (1963) e por KRATZ e D'AULISIO (1970); não condizem com os verificados por STAN e JINGA (1967) e por GORANOV e colaboradores (1969), que relataram efeitos de estímulo não constatados no presente trabalho.

Segundo DELOUCHE e CALDWELL (1960), os testes de germinação, nos quais se oferece às sementes condições amplamente favoráveis, são inadequados porque não condizem com as condições normalmente encontradas na prática. Sugeriram a utilização de testes de vigor para se avaliar, com maior segurança, a viabilidade da semente; assim, sementes com o mesmo poder germinativo podem apresentar diferenças no vigor.

No presente trabalho, o vigor das sementes foi determinado através de testes de emergência das plântulas, em canteiros. De acordo com a técnica empregada, descrita por BYRD (1967), a velocidade de emergência da plântula é proporcional ao vigor da semente.

Os resultados de vigor foram comparáveis aos obtidos nos testes de germinação instalados sete e oito meses após as irradiações, ou seja, sementes submetidas a 0,4 krad, 0,8 krad e 1,6 krad apresentaram maior vigor que as submetidas a 3,2 krad, 6,4 krad e as da testemunha. As velocidades de emergência das plântulas apresentam queda a partir do terceiro mês após as irradiações. Portanto, nos testes de vigor, os resultados tornaram-se mais claros, inclusive com a queda no vigor ocorrendo anteriormente em relação à queda observada no poder germinativo.

Quanto à porcentagem de emergência, verificou-se a superioridade do tratamento 0,8 krad sobre os demais, à exceção de 0,4 krad, resultados comparáveis aos obtidos nos testes de germinação, oito meses após as irradiações. Esses resultados concordam parcialmente com os obtidos por STAN e JINGA (1967), que constataram porcentagens de emergência das plântulas influenciadas por doses de 0,5 krad e 1,0 krad de radiações gama, superiores às das correspondentes da testemunha.

CONCLUSÕES

As análises dos dados e as interpretações dos resultados obtidos permitiram que se chegasse às seguintes conclusões:

a) Embora tenham sido constatados efeitos imediatos das doses de irradiação utilizadas, sobre o poder germinativo, há possibilidade de melhor conservação da viabilidade das sementes irradiadas, por período de tempo prolongado, em condições normais de ambiente.

b) Dentro das dosagens empregadas, o tratamento 0,8 krad se revelou o mais favorável; os tratamentos 0,4 krad e 1,6 krad também podem ser recomendados.

c) Testes de vigor são mais indicados para esse tipo de estudo, por serem mais rigorosos que os de germinação.

SUMMARY

GAMMA RADIATIONS EFFECTS ON SNAP BEAN STORAGE.

Seeds of the field bean variety «Goiano Precoce» (*Phaseolus vulgaris* L.) were subjected to six gamma radiation dosages, comprising treatments from 0,0 to 6,4 krad.

Effect on seed germination was studied by means of factorial experiments conducted under laboratory controlled conditions. The factors used were radiation dosages and nine increasing lengths of time from date of seed irradiation.

Seed vigor was determined by the rate of seedling emergence when planted in small field plots. A factorial design was used. The variables were the radiation dosages and six lengths of time elapsed since date of seed irradiation.

The following conclusions could be drawn from the results obtained:

a) Seed germination was adversely affected by all radiation dosages in relation to the check treatment. This effect however decreased significantly with storing time.

b) Seed vigor was higher for those treated with 0,4 krad, 0,8 krad and 1,6 krad when compared with those that were not irradiated. The 0,8 krad treatment was the most favorable.

LITERATURA CITADA

- BACCHI, O., 1967. Regras para Análise de Sementes. Comissão Especial de Sementes e Mudas do Ministério da Agricultura. Brasil. 120 p.
- BAJAJ, Y. P. S., A. W. SAETLER & M. W. ADAMS, 1970. Gamma irradiation studies on seeds, seedlings and callus tissue cultures of *Phaseolus vulgaris* L. Radiation Research 10 (2) : 119-124.
- BYRD, H. W., 1967. Seed Technology Handbook. Sementes Agrocere S/A. Jacarezinho. Brasil. Mimeogr., 45 págs.
- CALDECOTT, R. S., 1961. Seedling height, oxygen availability, storage and temperature: their relation to radiation induced genetic and seedling injury in

- barley. Effects of Ionizing Radiation on Seeds, International Atomic Energy Agency, Vienna 5-22.
- CURTIS, H. J., N. DELIHAS, R. S. CALDECOTT & C. F. KONZAK, 1958. Modification of radiation damage, in dormant seeds by storage. *Radiation Research* 8 (6) : 526-534.
- DELOUCHE, J. C. & W. P. CALDWELL, 1960. Seed vigor and vigor tests. *Proceedings of the Association of Official Seed Analysts* 50 : 124-129.
- GENTER, C. F. & H. M. BROWN, 1941. X-Ray studies on the field bean. *Journal of Heredity* 32 (1) : 39-44.
- GORANOV, A. I., S. I. TODOROV & A. P. ANGELOV, 1969. The effect of gamma irradiation prior to sowing, upon the growth, development and raw protein of *Phaseolus vulgaris* L. var. *subcompressus*; in *Biological Abstracts*, 51(6) : 3304, 1970.
- GUSTAFSSON, A., 1944. The X-Ray resistance of dormant seeds in some agricultural plants. *Hereditas* 30 (1) : 165-178.
- JOSHI, R. K., B. K. GAUR & N. K. NOTANI, 1969. Recovery from gamma-irradiation injury in barley seeds. *Radiation Botany* 9 (2) : 141-145.
- KRATZ, F. L. & M. B. G. D'AULISIO, 1970. Efeito da Radiação X em *Phaseolus vulgaris* var. *vagem Manteiga*. *Revista de Agricultura* 45 (4) : 167-178.
- NATARAJAN, A. T. & M. M. MARIC, 1961. The time intensity factor in dry seed irradiation. *Radiation Botany* 1 (1) : 1-9.
- PIMENTEL GOMES, F., 1963. *Curso de Estatística Experimental*. 2.ª edição. Escola Superior de Agricultura «Luiz de Queiroz», Piracicaba, 384 pag .
- POMPEU, A .S., 1963. Sementes de feijoeiro irradiadas. *Anais do IV Sem. Pan-Americano de Sementes*. Rio de Janeiro. Brasil, 120.
- SNEDECOR, G. W., 1945. *Métodos Estatísticos* Ministério da Economia. Lisboa. 469 pag.
- STAN, S. & A. JINGA, 1967. The effect of low doses of gamma radiations (^{60}Co) on bean and soybean plants; in *Biological Abstracts*, 48 (6) : 5048, 1969.
- WOLFF, S. & A. M. SICARD, 1961. Post-irradiation storage and the growth of barley seedlings. *Effects of Ionizing Radiations on Seeds*. International Atomic Energy Agency, Vienna: 172-179.