

DOSES LETAIS DE RADIAÇÕES GAMA DO  $^{60}\text{Co}$  PARA  
SEMENTES DE FEIJOEIRO (*Phaseolus vulgaris* L.),  
VARIEDADES ROSINHA E ROXINHO (\*)

JULIO MARCOS FILHO \*\*  
FERNANDO DEL PORTO SANTOS \*\*\*  
HUMBERTO DE CAMPOS \*\*\*\*

### RESUMO

O conhecimento das doses letais de radiações gama para sementes de plantas cultivadas assume grande importância quando se pesquisa a melhoria de suas qualidades através do emprego de radiações ionizantes.

Sementes de feijoeiro, das variedades Roxinho e Rosinha foram submetidas a diferentes doses de radiações gama do  $^{60}\text{Co}$ , a saber: 0,0, 6,0 krad, 12,0 krad, 24,0 krad, 36,0 krad e 48,0 krad. Após as irradiações foram colocadas a germinar, em câmara de germinação, a intervalos quinzenais, a partir da data da irradiação, durante quatro meses. As contagens foram realizadas no quinto dia após a instalação de cada um dos testes, computando-se a porcentagem de plântulas normais.

A análise dos dados e a interpretação dos resultados permitiram que se chegasse à conclusão de que o poder germinativo das sementes das duas variedades decresce com o aumento da dose de irradiação. Para a obtenção de boa conservação de sementes dessas variedades em condições normais de ambiente, é desaconselhável o emprego de doses iguais ou superiores a 12,0 krad que prejudicam sensivelmente o poder germinativo. As doses de 36,0 krad e 48,0 krad reduzem a germinação a zero.

### INTRODUÇÃO

Há aproximadamente 70 anos, o efeito de radiações ionizantes vem sendo estudado em pesquisas agronomicas. A partir de 1950, essas pesquisas tomaram grande impulso e seus resultados desde logo fizeram-se sentir, embora muitos deles ainda não sejam definitivos. A tecnologia de alimentos, a genética vegetal e animal, a entomologia, a fitopatologia, a nutrição vegetal, a fitotecnia, são os

---

\* Resumo apresentado à XXIV Reunião Anual da Sociedade Brasileira para o Progresso à Ciência, São Paulo. Entregue para publicação em 28/12/1972.

\*\* Dept.º de Agricultura e Horticultura — ESALQ-USP.

\*\*\* QUIMBRASIL — Química Industrial Brasileira S.A. (ex-Bolsista da Comissão Nacional de Energia Nuclear).

\*\*\*\* Dept.º de Matemática e Estatística ESALQ-USP.

campos mais estudados e, a partir daí a agricultura mundial pode seguir novos rumos a passos largos.

Os efeitos advindos do emprego de radiações em plantas, em muitos casos mostraram-se imprevisíveis, como por exemplo, a produção de mutações pela irradiação de sementes ou ainda, o retardamento ou inibição da germinação ou do desenvolvimento de plantas. As pesquisas em nosso meio, estão em fase inicial, tendo sido publicados poucos trabalhos até o momento.

No presente trabalho, foi conduzido um ensaio visando verificar se algumas doses de irradiação podem afetar a germinação de sementes de feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.), variedades Rosinha e Roxinho. Foram escolhidas sementes de feijoeiro, leguminosa relativamente pouco estudada nesse campo, devido à posição de destaque que ocupa entre os produtos agrícolas básicos de grande consumo no Brasil.

## REVISÃO DE LITERATURA

GENTER e BROWN (1941), provavelmente, os primeiros a estudarem os efeitos de radiações ionizantes em sementes de feijoeiro, constataram decréscimo de emergência de plântulas, proporcionais ao aumento da dose, a partir de sementes submetidas a doses de radiações X superiores a 2,1 krad.

GUSTAFSSON (1944), submeteu sementes de feijoeiro previamente armazenadas em condições ambientes, a diversas doses de raios X, verificando que doses acima de 10,0 krad inibiram completamente a germinação e o desenvolvimento de plantas; estimou a LD<sub>50</sub> entre 5,0 e 10,0 krad.

POMPEU (1963), em observações preliminares com sementes de feijoeiro das variedades Rosinha, Preto e Roxinho Mineiro, observou que 14,0 krad e 20,0 krad de radiações gama, determinaram queda na porcentagem de germinação para 48% e 49% respectivamente.

BAJAJ e colaboradores (1970), estudando a radiosensitividade de sementes de feijoeiro, verificaram que as submetidas a doses superiores a 15,0 krad de radiações gama não germinaram.

MARCOS FILHO (1971), concluiu que sementes de feijoeiro da variedade "Goiano Precoce", submetidas a doses inferiores a 6,4 krad não tiveram germinação e vigor inferiores aos de sementes não irradiadas; as irradiadas com 0,4 krad, 0,8 krad e 1,6 krad apresentaram maior vigor que a testemunha; a dose de 0,8 krad, determinou germinação superior à testemunha.

## MATERIAL E MÉTODO

As sementes de feijoeiro, das variedades “Roxinho” e “Rosinha” foram produzidas no Departamento de Agricultura e Horticultura da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, USP, em maio de 1969. Foram colhidas, debulhadas e limpas manualmente de maneira que se obteve material com 100% de pureza física (REGRAS PARA A ANÁLISE DE SEMENTES, 1967); esse lote foi, em seguida, armazenado em câmara seca ( $UR=35\%$  e temperatura de aproximadamente,  $23^{\circ}\text{C}$ ) para uniformização do teor de umidade ( $7,9\%$  e  $7,7\%$  para Rosinha e Roxinho, respectivamente). Posteriormente foi dividido em diversas amostras de 200 sementes, colocadas em saquinhos de polietileno e submetidas a radiações gama na fonte de  $^{60}\text{Co}$  do Centro de Energia Nuclear na Agricultura, Piracicaba, SP. Os tratamentos empregados foram os seguintes:

$D_0 =$ testemunha	$D_4 = 24$ krad
$D_1 = 6$ krad	$D_6 = 36$ krad
$D_2 = 12$ krad	$D_8 = 48$ krad

Após as irradiações, as sementes foram conservadas em condições ambientes de laboratório. Periodicamente, a intervalos quinzenais, instalaram-se testes de germinação, em rolos de papel toalha, com 4 repetições de 50 sementes para cada tratamento, em germinador Burrows, do Laboratório de Sementes do Departamento de Agricultura e Horticultura da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, USP, segundo BACCHI (1967).

Os testes foram instalados em 8 épocas diferentes, a saber:

$T_0 =$  logo após as irradiações,  $T_1 = 1$  quinzena,  $T_2 = 2$  quinzenas,  $T_3 = 3$  quinzenas,  $T_4 = 4$  quinzenas,  $T_5 = 5$  quinzenas,  $T_6 = 6$  quinzenas,  $T_7 = 7$  quinzenas após as irradiações.

As contagens foram realizadas no 5.º dia após a instalação de cada teste, computando-se a porcentagem de plântulas normais.

A análise estatística foi realizada segundo esquema fatorial encontrado em PIMENTEL GOMES (1963). Posteriormente foram efetuadas análises de regressão para os dados de doses dentro de época; as médias foram comparadas pelo método de Tukey.

A  $LD_{50}$  (dose de irradiação necessária para impedir a germinação de 50% das sementes da amostra), foi, posteriormente, estimada, com base nas análises da regressão.

## RESULTADOS

### 1. Variedade Rosinha

A análise da variância, conforme se observa no quadro I, revelou valores de F significativos, ao nível de 1% de probabilidade, para os efeitos de doses, de épocas e interação doses e épocas.

QUADRO I. — Análise de variância dos dados de germinação de sementes irradiadas de feijoeiro, variedade Rosinha ( $X = \text{arc sen } \sqrt{\%}$ ).

C. Variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Doses (D)	3	11 751,28	3 917,09	661,67++
Épocas (E)	7	1 845,89	263,70	44,54++
D x E	21	603,59	28,74	4,85++
Resíduo	96	568,73	5,92	
Total	127	14 769,49		

Os dados referentes às doses de 36,0 krad ( $D_6$ ) e 48,0 krad ( $D_8$ ) não foram submetidas à análise porque a germinação foi sempre, nula.

No quadro II, encontram-se as médias obtidas para os efeitos de doses, de épocas, interação doses e épocas, as respectivas diferenças mínimas significativas e o coeficiente de variação.

O exame do quadro II, permite verificar que a dose de 24,0 krad ( $D_4$ ) prejudicou significativamente o poder germinativo em relação a todos os tratamentos submetidos a análise, em todas as épocas estudadas. As sementes irradiadas com 12,0 krad ( $D_2$ ) apresentaram germinação inferior à testemunha em todas as épocas. Os tratamentos com 6,0 krad ( $D_1$ ) e 12,0 krad ( $D_2$ ) somente diferiram entre si nas duas primeiras épocas. O poder germinativo das sementes submetidas a 6,0 krad ( $D_1$ ) foi significativamente inferior à testemunha ( $D_0$ ) a partir da 5.<sup>a</sup> quinzena ( $T_5$ ).

Quanto a época dentro de doses verifica-se para os tratamentos com 6,0 krad ( $D_1$ ) e 12,0 krad ( $D_2$ ) e para a testemunha ( $D_0$ ) que a germinação logo após as irradiações ( $T_0$ ) foi significativamente inferior às verificadas nas demais épocas. Para o tratamento 24,0

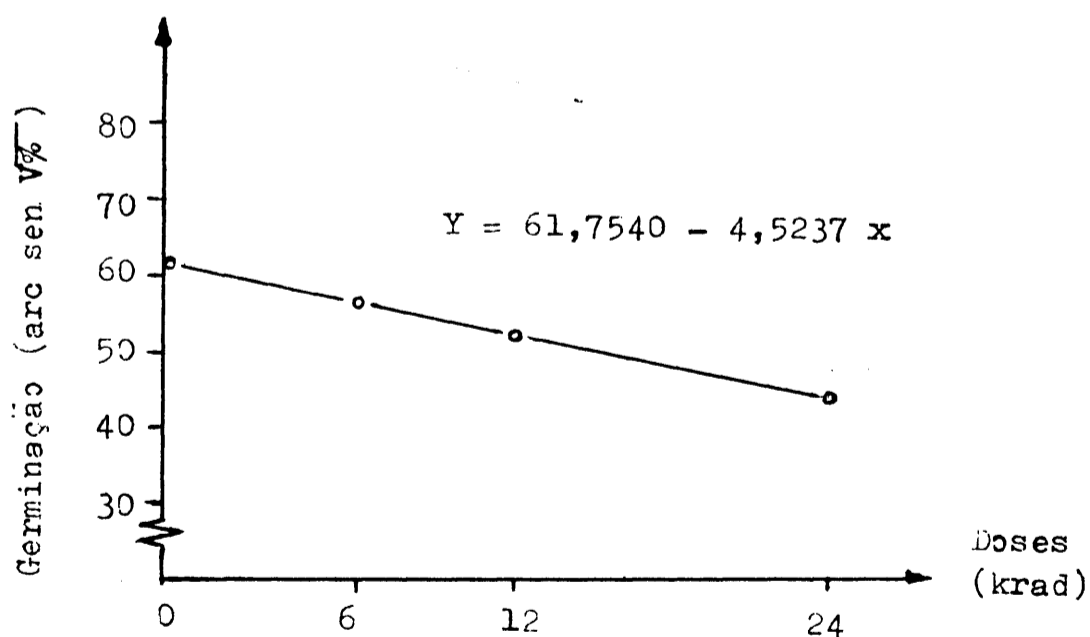
QUADRO II. — Germinação de sementes irradiadas de feijoeiro, variedade Rosinha. Médias obtidas em 8 épocas quinzenais ( $X = \text{arc sen } \sqrt{\%}$ ).

Doses (krad)	Épocas (Quinzenas)								Médias
	0	1	2	3	4	5	6	7	
0 ( $D_0$ )	62,09	74,70	73,74	73,23	75,92	74,13	74,85	75,36	73,00
6 ( $D_1$ )	57,48	72,67	67,25	70,72	72,57	67,41	66,08	68,88	67,88
12 ( $D_2$ )	51,66	66,04	63,83	68,46	70,19	66,27	64,60	64,55	64,45
24 ( $D_4$ )	44,13	50,78	52,85	46,62	49,62	47,30	46,15	42,15	47,46
♣ Médias	53,84	66,05	64,42	64,79	67,08	63,78	62,92	62,74	Médias
D.M.S. (Tukey)	5%	para doses — 1,70 para épocas — 2,65 para doses dentro de época — 4,81 para épocas dentro de dose — 5,30							
Coeficiente de Variação									3,84%

krad ( $D_4$ ) a germinação logo após as irradiações foi inferior às constatadas na 1.<sup>a</sup> ( $T_1$ ), 2.<sup>a</sup> ( $T_2$ ) e 4.<sup>a</sup> ( $T_4$ ) quinzenas.

As análises da regressão, para doses dentro de épocas revelaram valores de F significativos, ao nível de 1% de probabilidade, em regressão linear para doses dentro de  $T_0$  e dentro de  $T_2$ ; regressão quadrática para doses dentro de  $T_1$ , dentro de  $T_3$ , dentro de  $T_4$  e dentro de  $T_7$ ; regressão cúbica para doses dentro de  $T_5$  e dentro de  $T_6$ . As equações e gráficos correspondentes encontram-se nas figuras 1 a 8.

Com base nas respectivas equações, as estimativas de  $LD_{50}$  foram as seguintes: para doses dentro de  $T_0$ , 22,20 krad; dentro de  $T_1$ , 27,24 krad; dentro de  $T_2$ , 33,35 krad; dentro de  $T_3$ , 24,79 krad; dentro de  $T_4$ , 26,10 krad; dentro de  $T_5$ , 27,38 krad; para  $T_6$  25,49 krad; e finalmente dentro de  $T_7$ , 22,46 krad.



**FIGURA 1** — Germinação de sementes de feijoeiro, variedade Rosinha, logo após as irradiações.

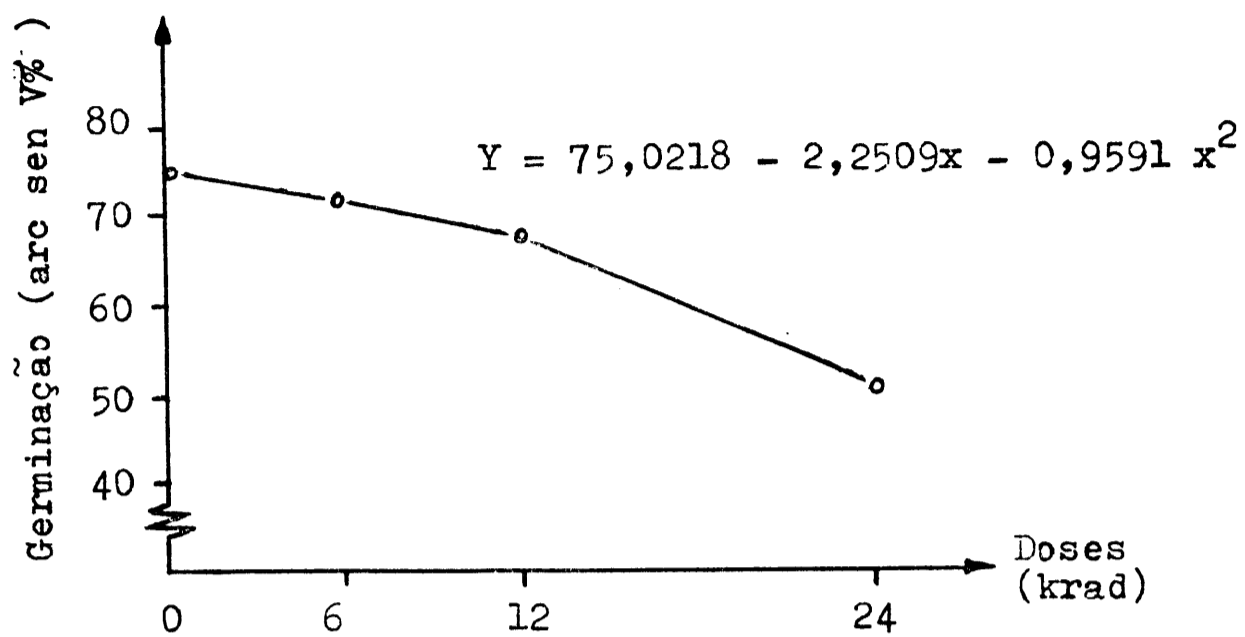


FIGURA 2 — Germinação de sementes de feijoeiro, variedade Rosinha, uma quinzena após as irradiações.

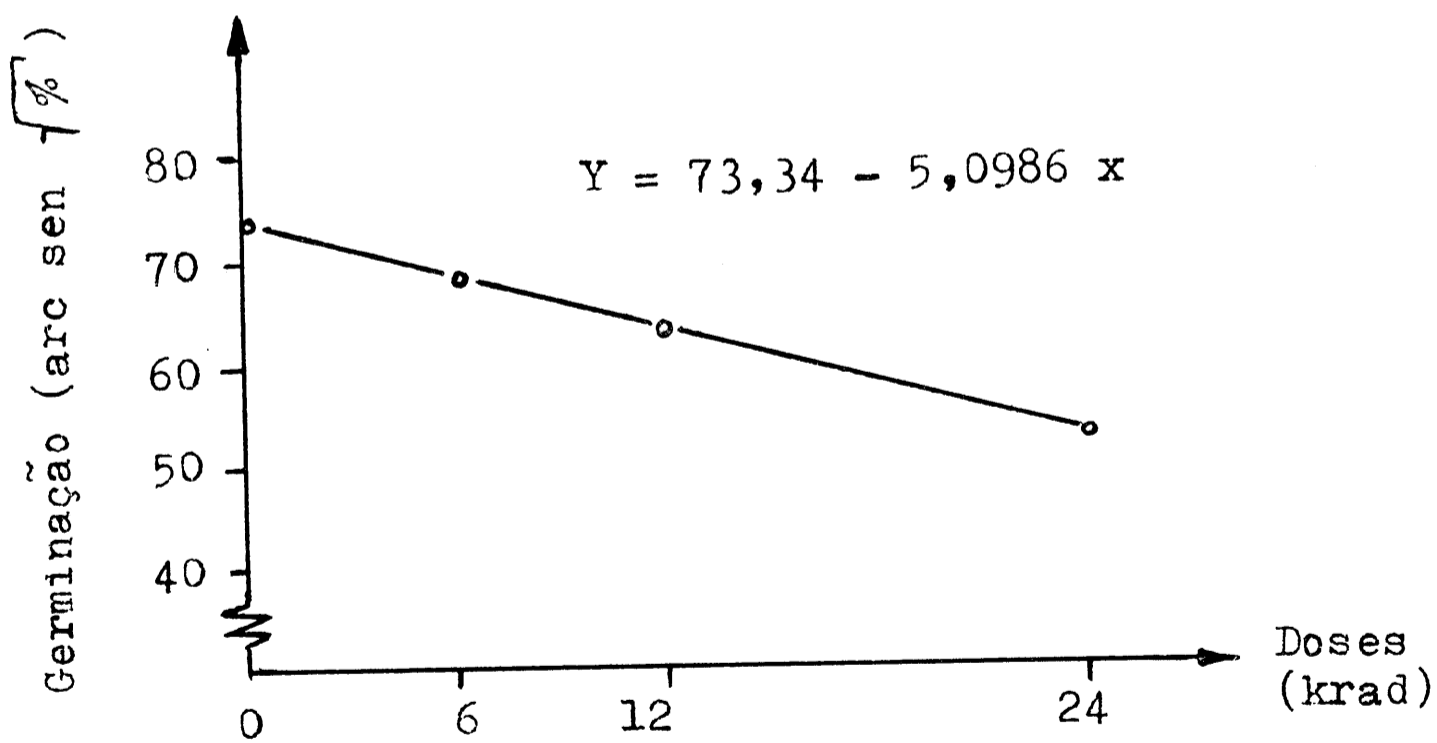


FIGURA 3 — Germinação de sementes de feijoeiro, variedade Rosinha, duas quinzenas após as irradiações.

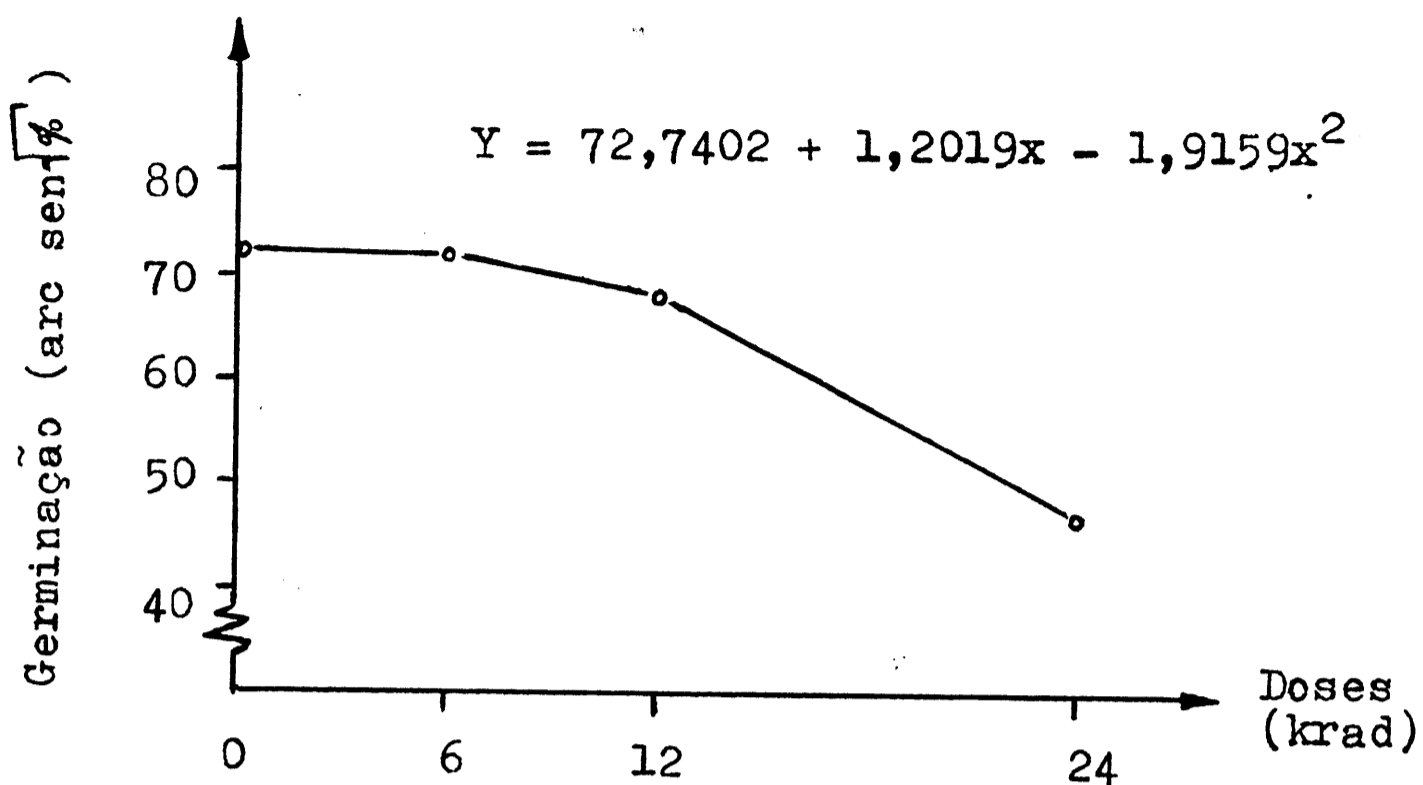


FIGURA 4 — Germinação de sementes de feijoeiro, variedade Rosinha, três quinzenas após as irradiações.

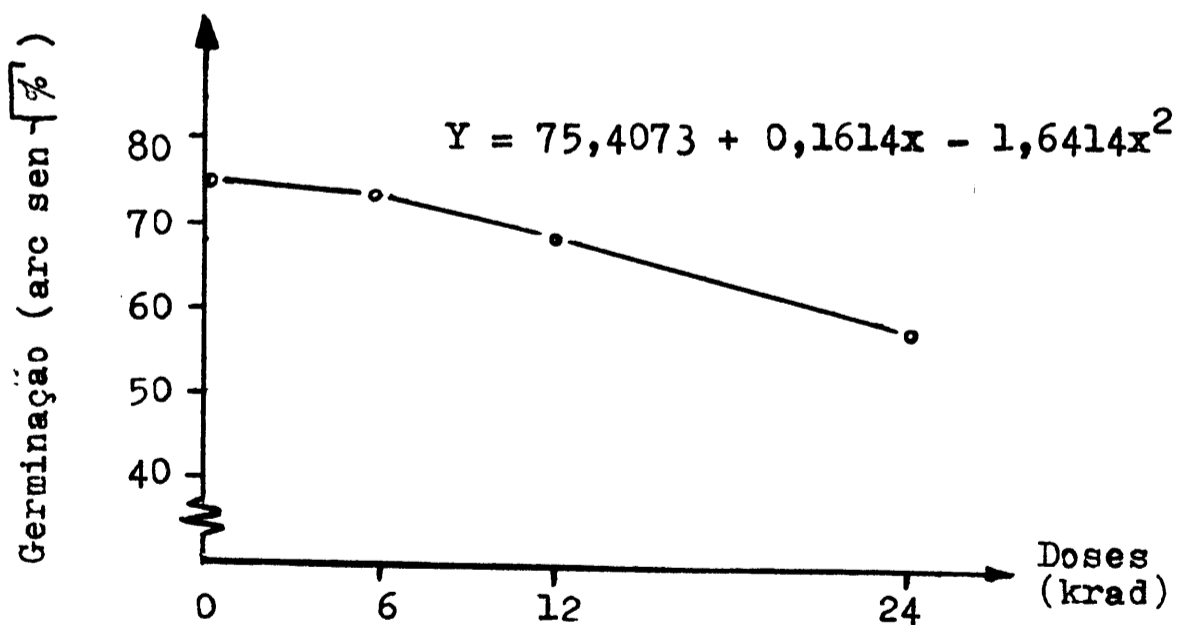
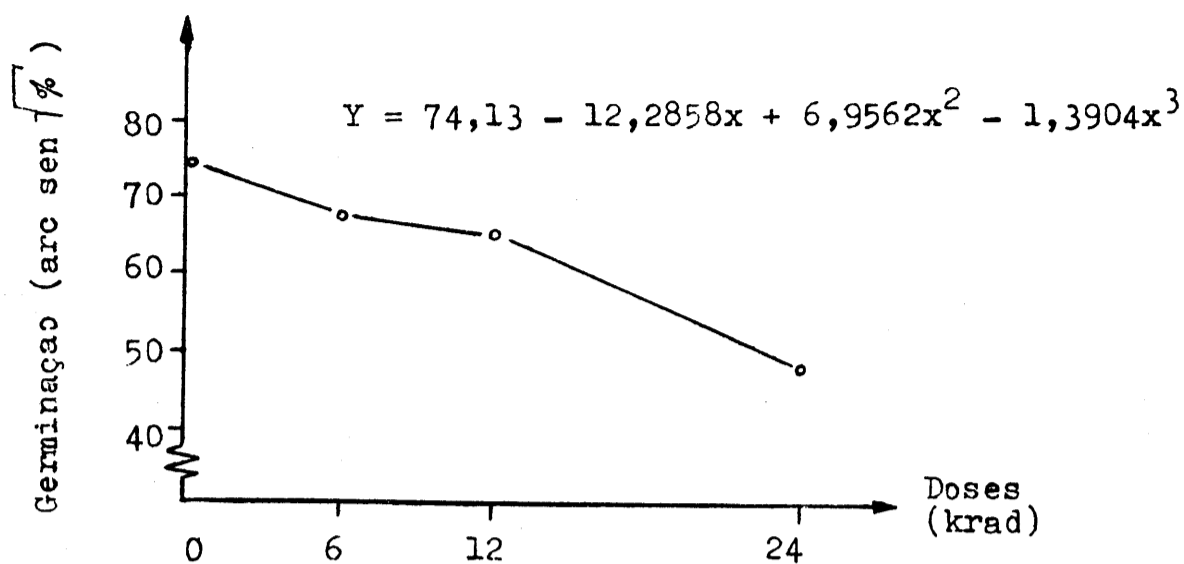
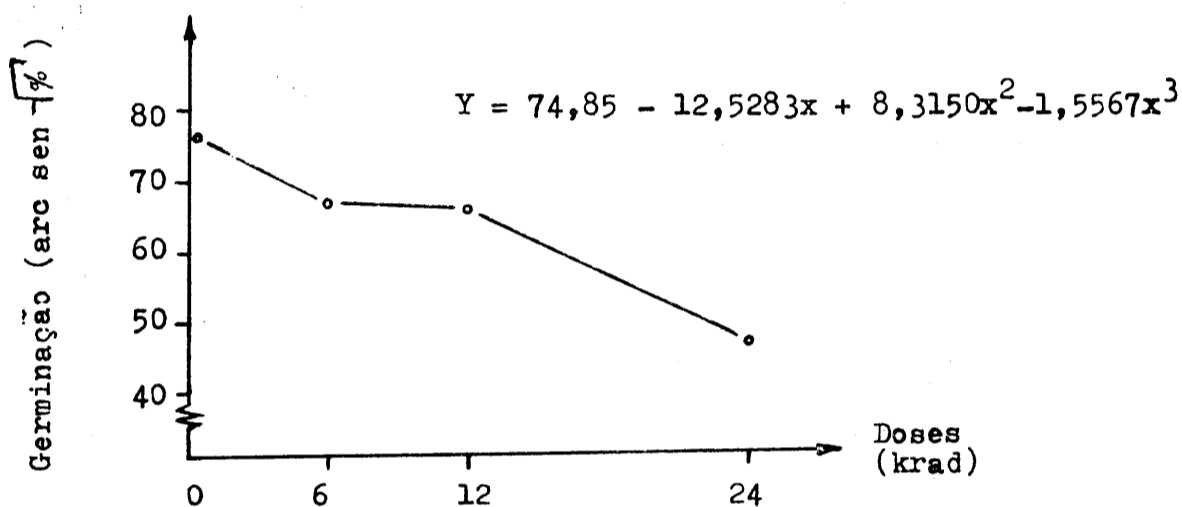


FIGURA 5 — Germinação de sementes de feijoeiro, variedade Rosinha, quatro quinzenas após as irradiações.

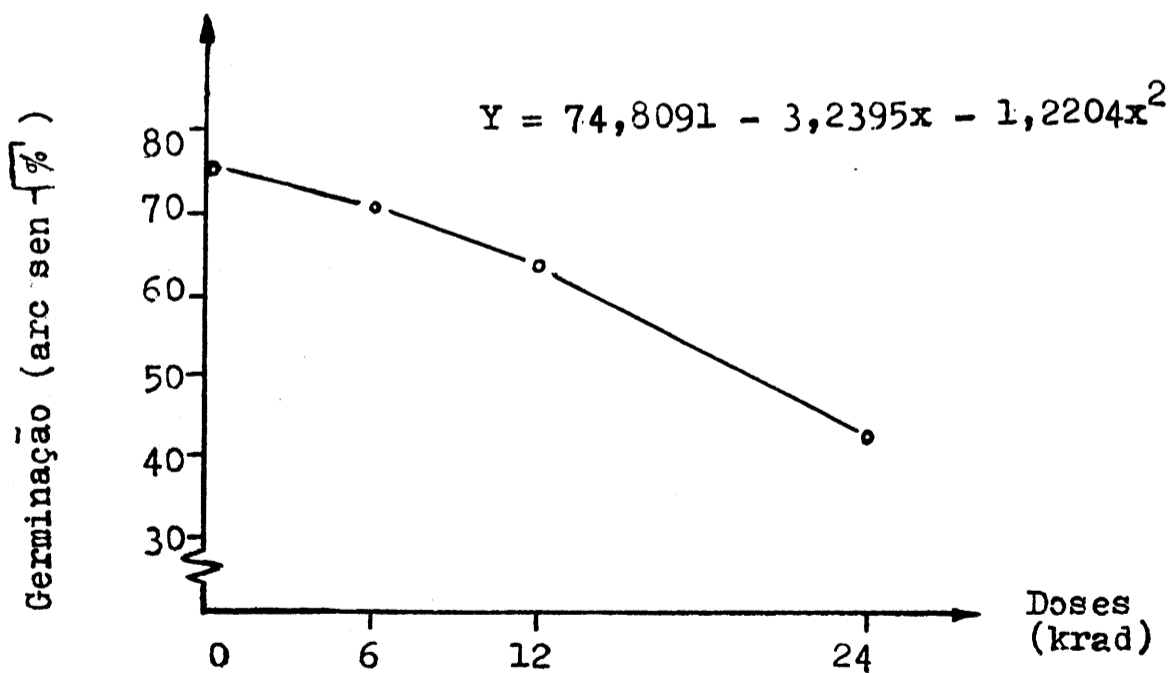




**FIGURA 6** — Germinação de sementes de feijoeiro, variedade Rosinha, cinco quinzenas após as irradiações.



**FIGURA 7** — Germinação de sementes de feijoeiro, variedade Rosinha, seis quinzenas após as irradiações.



**FIGURA 8** — Germinação de sementes de feijoeiro, variedade Rosinha, sete quinzenas após as irradiações.

## 2. Variedade Roxinho

A análise da variância revelou valores de F significativos, ao nível de 1% de probabilidade, para os efeitos de doses, de épocas e interação doses e épocas, conforme mostra o quadro III.

QUADRO III. Análise da variância dos dados de germinação, variedade Roxinho ( $X = \arcsen \sqrt{\%}$ ).

C. Variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Doses (D)	3	35 247,34	11 749,11	1 901,15++
Épocas (E)	7	990,13	141,44	22,88++
D x E	21	670,85	31,94	5,17++
Resíduo	96	593,84	6,18	
Total	127	37 502,16		

Não foram incluídos na análise os dados obtidos para as doses de 36,0 krad ( $D_6$ ) e 48,0 krad ( $D_8$ ), porque as sementes submetidas a essas duas dosagens não deram origem a plântulas normais.

As médias obtidas para os efeitos de doses, de épocas, interação doses e épocas, as respectivas diferenças mínimas significativas e o coeficiente de variação, encontram-se no Quadro IV.

Pelo exame do Quadro IV, verifica-se que: em todas as épocas, as sementes submetidas a 24,0 krad ( $D_4$ ) apresentaram germinação estatisticamente inferior às sementes submetidas aos demais tratamentos; que a testemunha ( $D_0$ ) e 6,0 krad ( $D_1$ ) foram significativamente superiores a 12,0 krad ( $D_2$ ); e que a partir da 5.<sup>a</sup> quinzena a testemunha ( $D_0$ ) foi superior à dose de 6,0 krad ( $D_1$ ).

Quanto a épocas dentro de dose, notou-se que a testemunha e as submetidas a 6,0 krad, apresentaram germinação crescente até a 4.<sup>a</sup> quinzena ( $T_4$ ) passando a decrescer a partir dessa época. Para a dose de 12,0 krad a germinação cresceu até a 5.<sup>a</sup> quinzena ( $T_5$ ) e decresceu posteriormente; para as submetidas a 24,0 krad a germinação cresceu nas duas primeiras épocas, passando depois a decrescer.

As análises da regressão, para doses dentro de épocas, revelaram valores de F significativos, ao nível de 1% de probabilidade, em regressão quadrática para doses dentro de  $T_1$ , dentro de  $T_2$ , dentro de  $T_3$ , dentro de  $T_4$  e dentro de  $T_6$ ; regressão cúbica para doses

QUADRO IV. Germinação de sementes irradiadas de feijoeiro, variedade Roxinho. Médias obtidas em 8 épocas quinzenais ( $\bar{X} = \text{arc sen } \sqrt{\quad / \quad} \%$ ).

Doses (krad)	Épocas (Quinzenas)								Médias
	0	1	2	3	4	5	6	7	
0 (D <sub>0</sub> )	73,69	74,96	77,24	80,69	77,24	73,13	71,68	75,26	75,49
6 (D <sub>1</sub> )	70,65	73,13	73,13	74,19	74,19	68,15	67,01	67,65	71,01
12 (D <sub>2</sub> )	60,01	66,48	68,70	67,65	68,94	63,54	62,02	61,37	64,84
24 (D <sub>4</sub> )	38,93	40,68	36,86	35,34	31,62	27,38	28,27	25,76	33,11
Médias	60,82	63,81	63,98	64,47	63,00	58,05	57,25	57,51	Médias
D.M.S. (Tukey)	5%		para doses para épocas		para doses dentro de época		para épocas dentro de dose		— 3,69 — 1,62 — 4,57 — 5,40
Coeficiente de Variação									4,05%

dentro de  $T_5$  e de  $T_7$ . As equações são encontradas nas figuras 9 a 16.

A  $LD_{50}$  estimadas, de acordo com essas equações, foram as seguintes: para doses dentro de  $T_0$ , 20,55 krad; dentro de  $T_1$ , 21,93 krad; dentro de  $T_2$ , 20,93 krad; dentro de  $T_3$ , 20,36 krad; dentro de  $T_4$ , 19,62 krad; dentro de  $T_5$ , 18,15 krad; dentro de  $T_6$ , 17,85 krad; e finalmente, dentro de  $T_7$ , 17,52 krad.

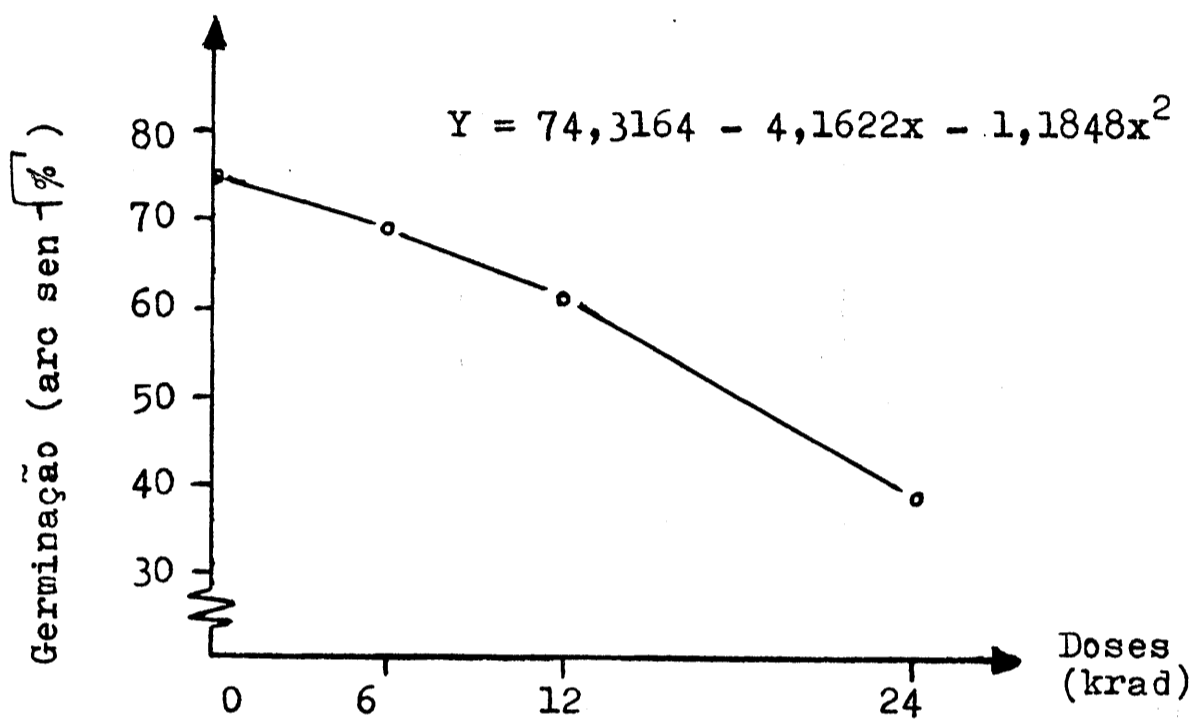


FIGURA 9 — Germinação de sementes de feijoeiro, variedade Roxinho, logo após as irradiações.

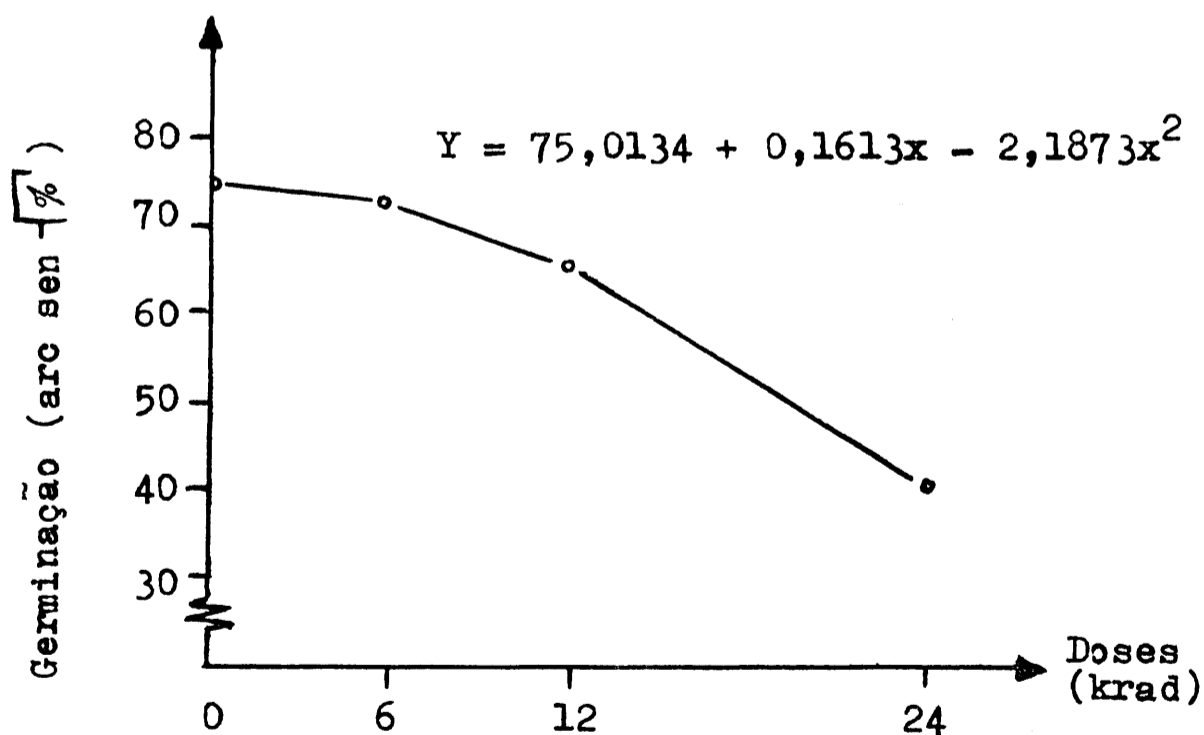


FIGURA 10 — Germinação de sementes de feijoeiro, variedade Roxinho, uma quinzena após as irradiações.

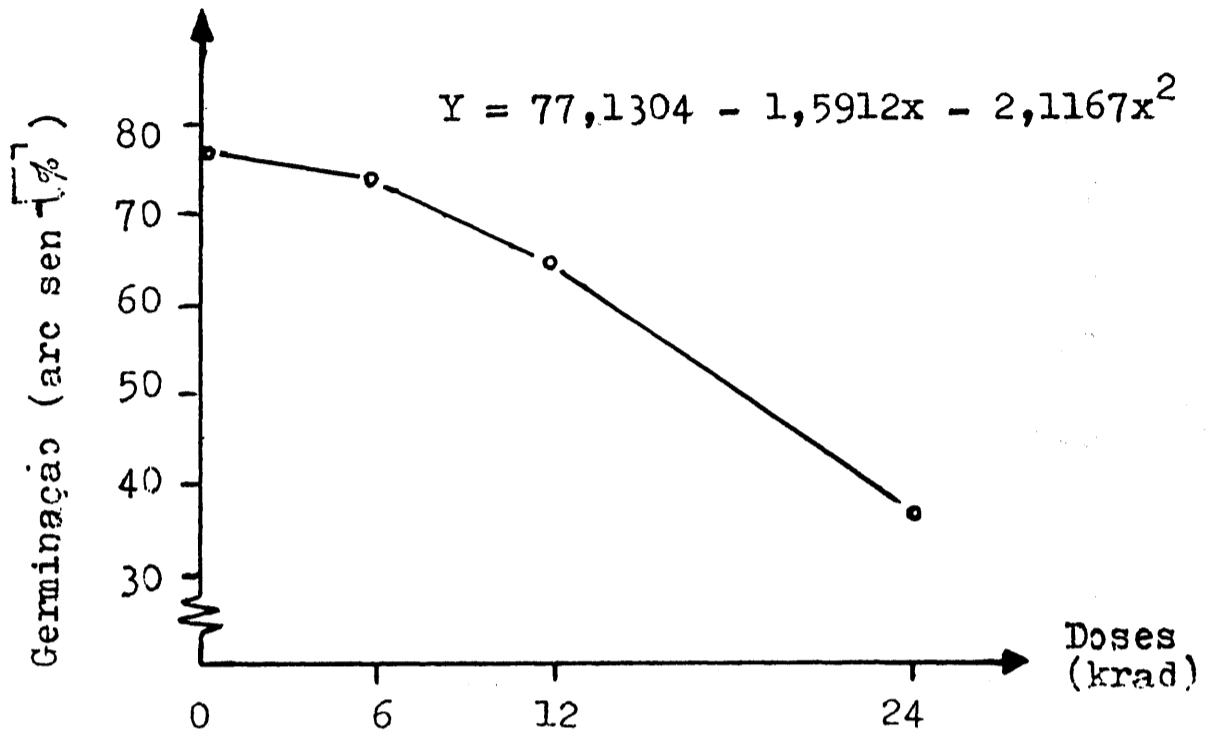


FIGURA 11 — Germinação de sementes de feijoeiro, variedade Roxinho, duas quinzenas após as irradiações.

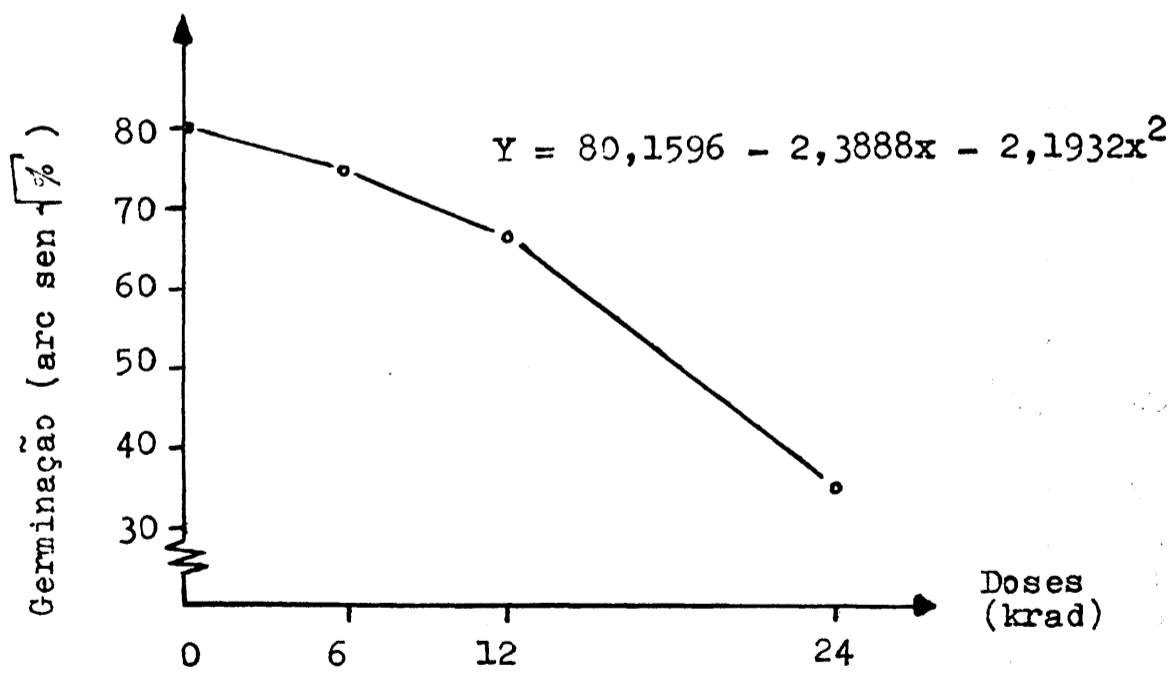


FIGURA 12 — Germinação de sementes de feijoeiro, variedade Roxinho, três quinzenas após as irradiações.

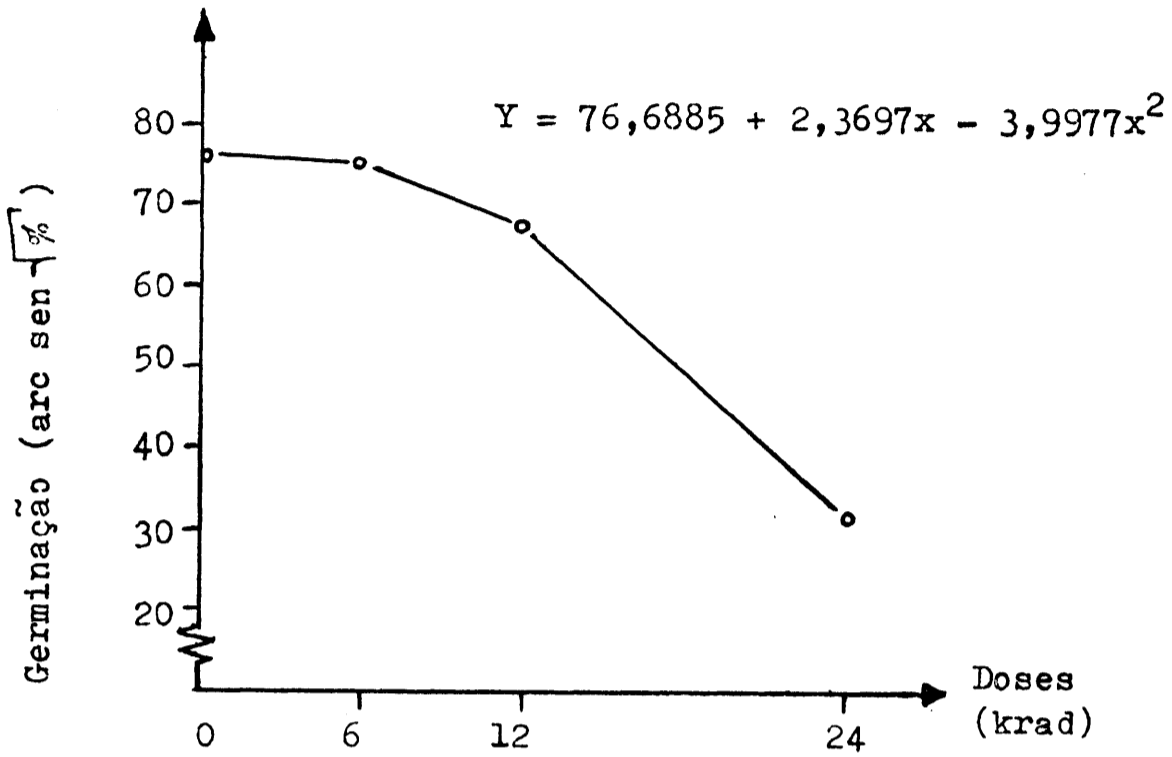


FIGURA 13 — Germinação de sementes de feijoeiro, variedade Roxinho, quatro quinzenas após as irradiações.

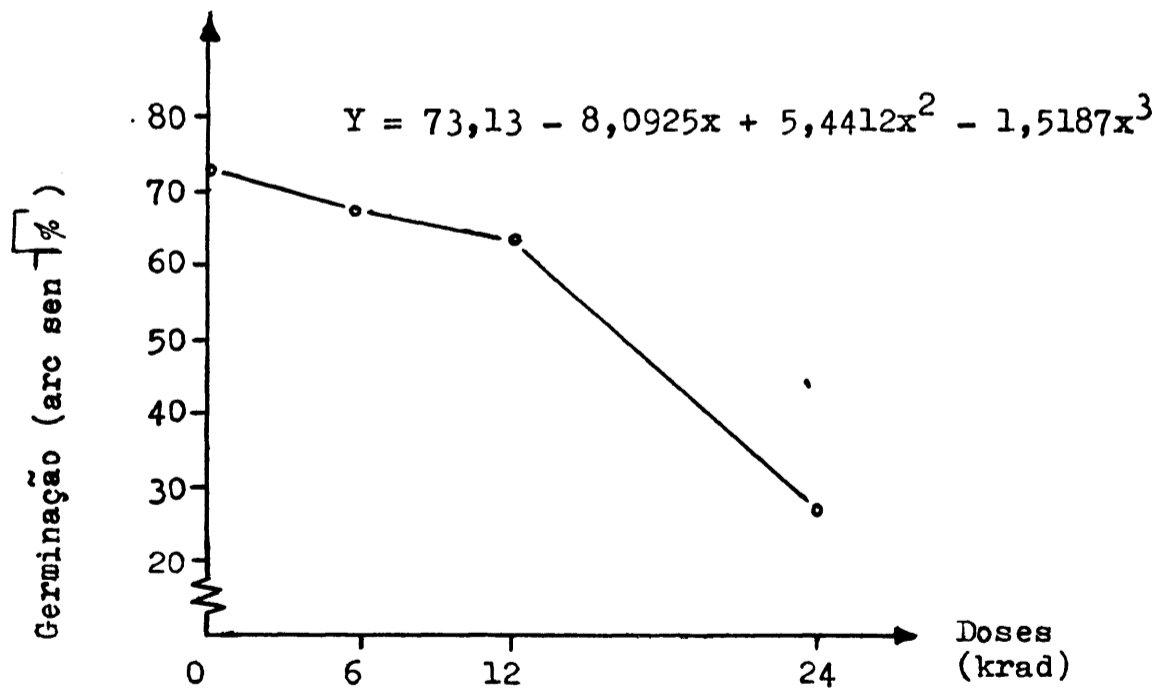


FIGURA 14 — Germinação de sementes de feijoeiro, variedade Roxinho, cinco quinzenas após as irradiações.

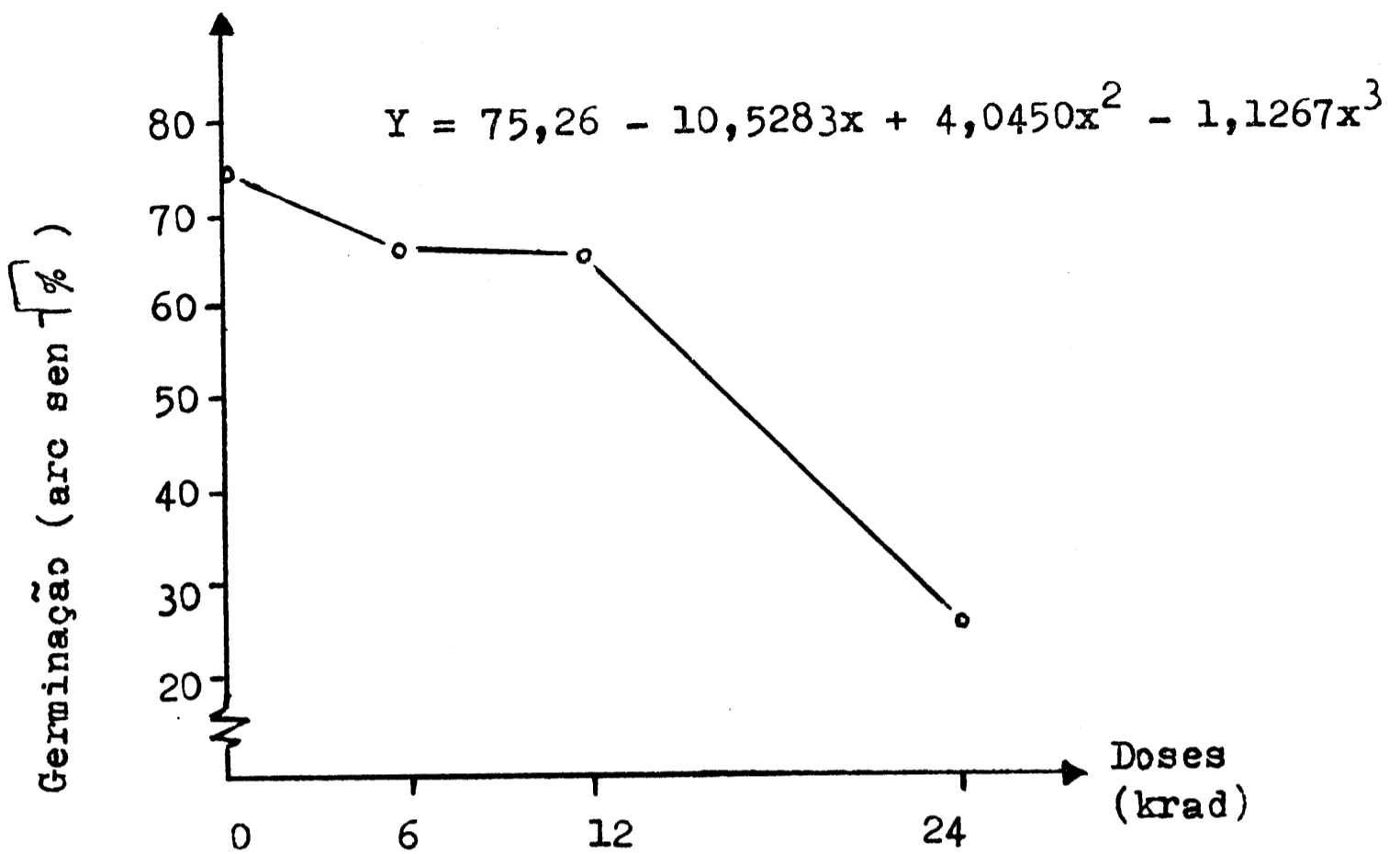


FIGURA 15 — Germinação de sementes de feijoeiro, variedade Roxinho, seis quinzenas após as irradiações.

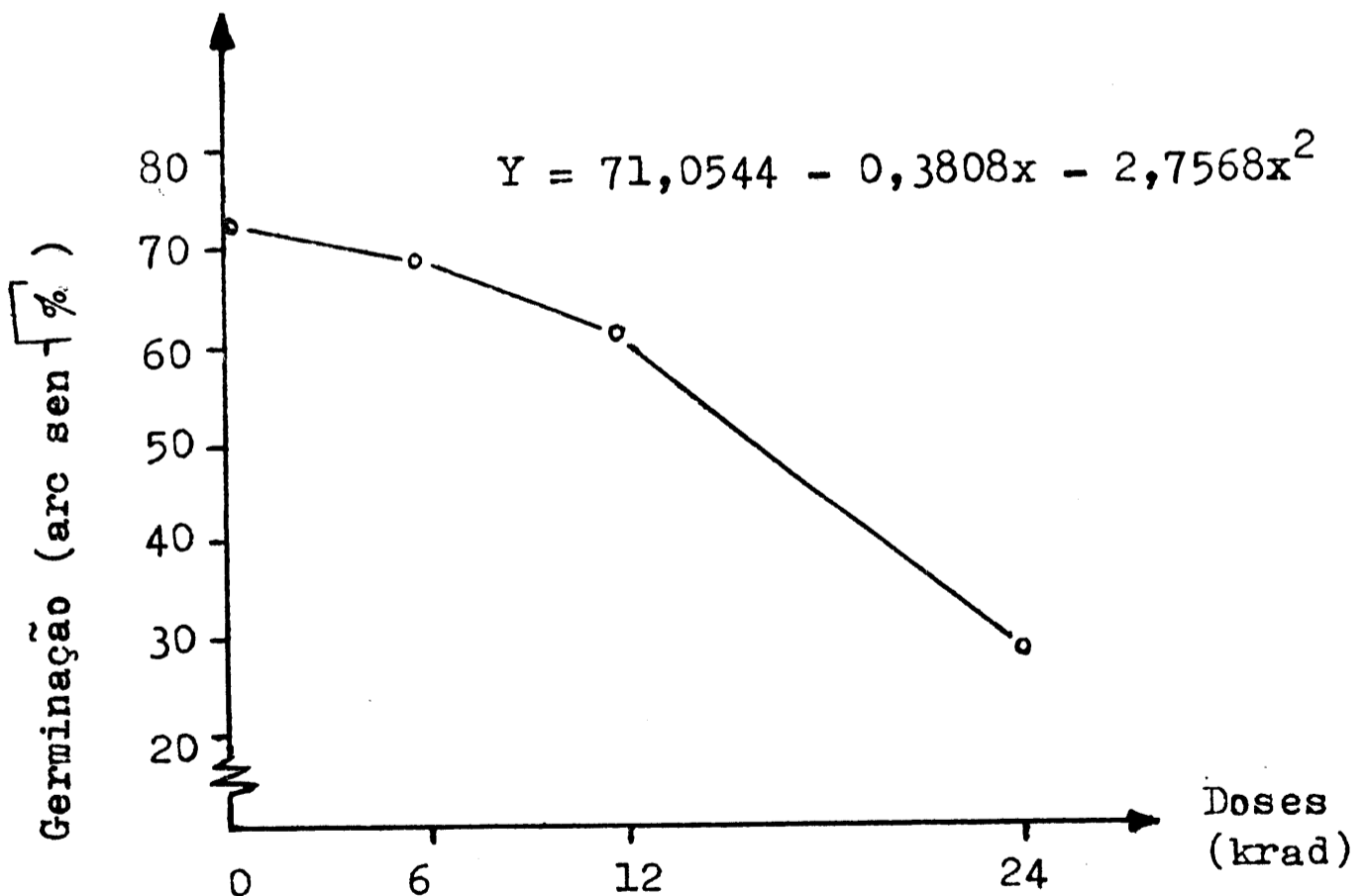
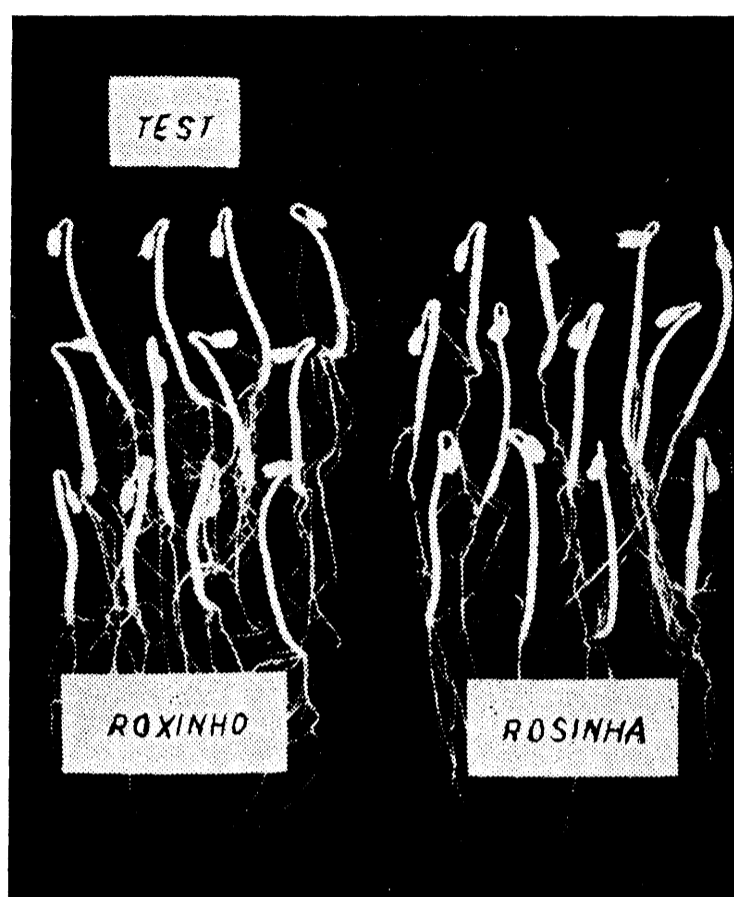
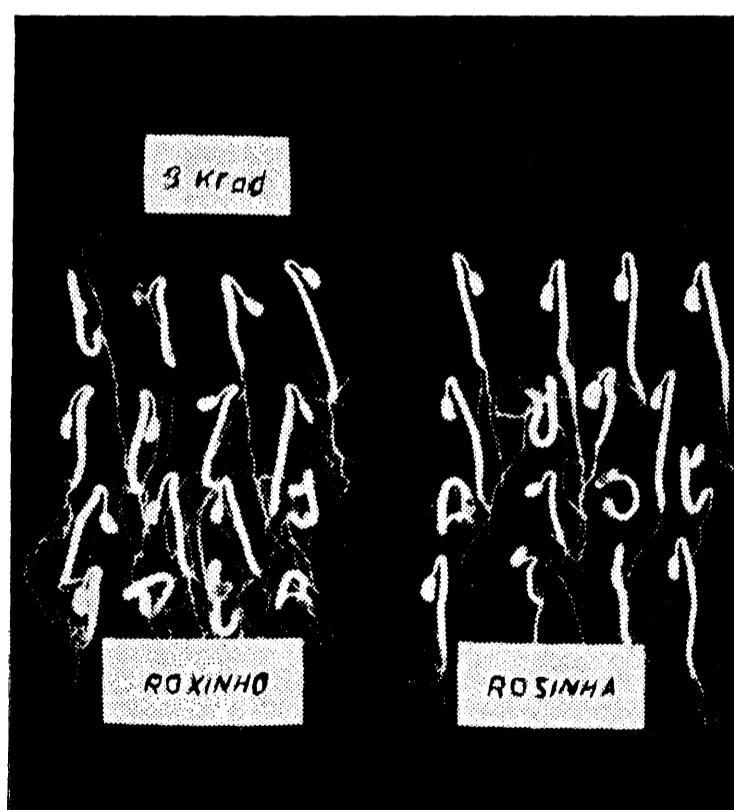


FIGURA 16 — Germinação de sementes de feijoeiro, variedade Roxinho, sete quinzenas após as irradiações.



**FIGURA 17** — Plantulas de sementes não irradiadas.



submetidas a 6,0 krad.  
**FIGURA 18** — Plantulas de sementes



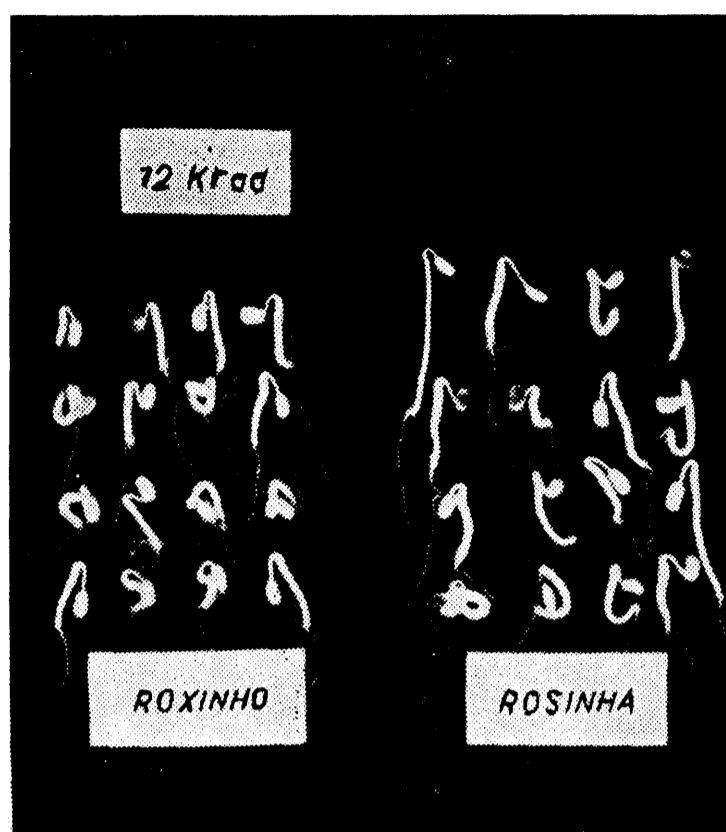


FIGURA 19 — Plantulas de sementes submetidas a 12,0 krad.

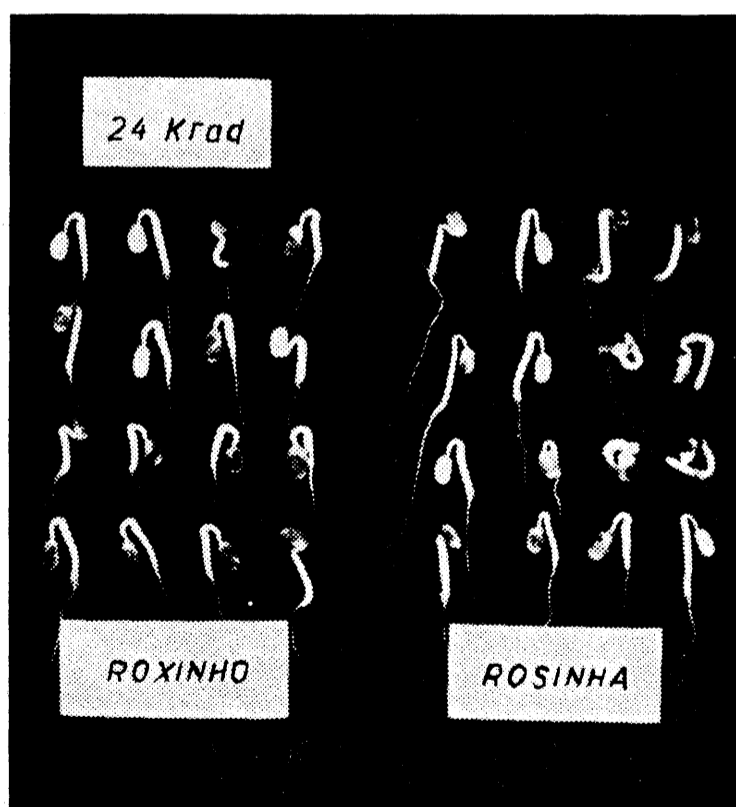
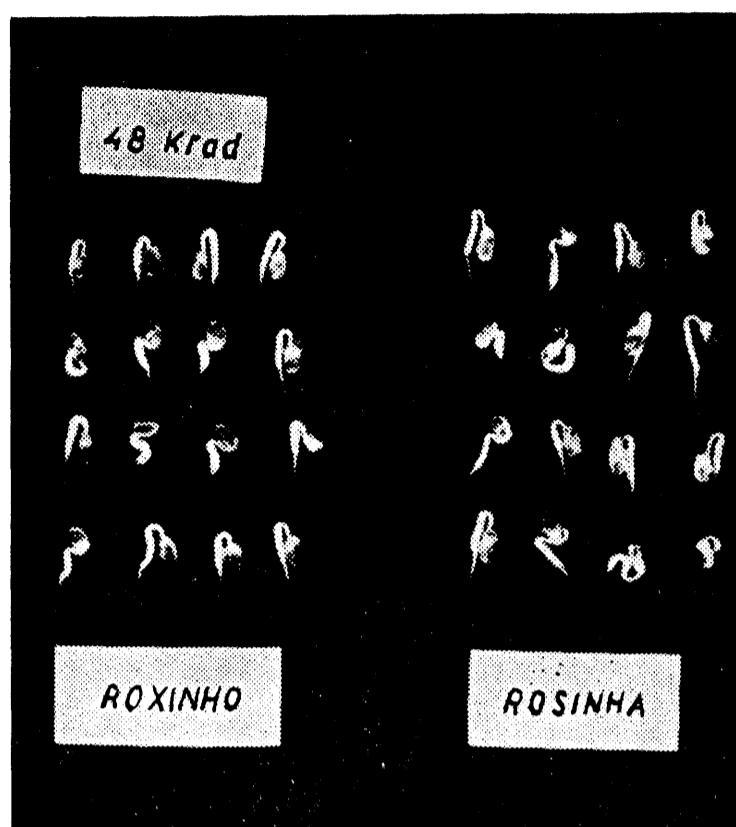
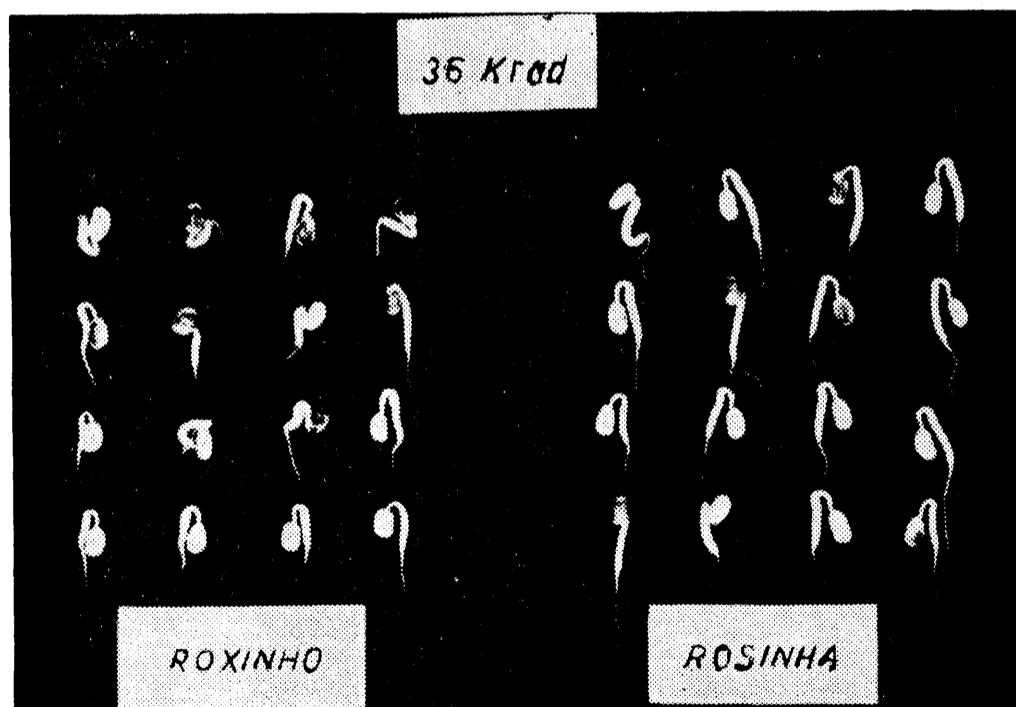


FIGURA 20 — Plantulas de sementes submetidas a 24,0 krad.



**FIGURA 21** — Plantulas de sementes submetidas a 48,0 krad.



**FIGURA 22** — Plantulas de sementes submetidas a 36,0 krad.

## DISCUSSÃO

Os resultados obtidos no presente trabalho revelaram que certas doses de radiações gama do  $^{60}\text{Co}$  prejudicam sensivelmente a germinação de sementes de feijoeiro das variedades Rosinha e Roxinho. Nos testes de germinação instalados em diferentes épocas, em que as sementes foram colocadas sob condições ótimas de germinação, houve possibilidade de uma avaliação segura dos efeitos das doses utilizadas.

As doses pesquisadas foram escolhidas com base nas observações de GUSTAFSSON (1944), de POMPEU (1963) e de BAJAJ e colaboradores (1970), tendo sido verificados parcialmente, os efeitos pré-supostos dos tratamentos empregados.

Analisando-se os resultados obtidos, verifica-se que os efeitos de doses superiores a 12,0 krad foram semelhantes aos constatados por GUSTAFSSON (1944), pois, os tratamentos com 12,0 krad e 24,0 krad prejudicaram sensivelmente o poder germinativo em relação a testemunha, mas não se mostraram totalmente letais. Não estão de acordo com os resultados obtidos por BAJAJ e colaboradores (1970), segundo os quais sementes de feijoeiro submetidas a doses de 15,0 krad não germinam. No presente trabalho, constatou-se que apenas os tratamentos 36,0 krad e 48,0 foram totalmente letais à sementes.

As sementes das duas variedades, submetidas a 6,0 krad apresentaram comportamento semelhante em relação às respectivas testemunhas, apresentando queda do poder germinativo a partir da quinta quinzena. Pode-se afirmar que as sementes das duas variedades apresentaram comportamento semelhante com relação aos tratamentos com 6,0 krad e 12,0 krad.

A  $\text{LD}_{50}$  para as sementes da variedade Rosinha foi estimada entre 22,20 krad e 33,45 krad, nas diferentes épocas. Para a variedade Roxinho as estimativas para  $\text{LD}_{50}$  variaram entre 17,52 krad e 21,24 krad, valores próximos aos constatados por POMPEU (1963) para esta variedade. As estimativas para  $\text{LD}_{50}$ , nas duas variedades foram diferentes dos resultados obtidos por GUSTAFSSON (1944). Apesar da semelhança entre a radiosensibilidade das sementes das duas variedades após os tratamentos com 6,0 krad e 12,0 krad, pode-se constatar a maior radiosensibilidade da variedade Rosinha para doses mais altas. Na realidade, segundo citação de GUNCKEL e SPARROW (1953), os efeitos das radiações gama são variáveis de acordo com a espécie e variedades utilizadas.

Quanto aos efeitos de época constatou-se que as sementes das duas variedades apresentaram acréscimo do poder germinativo com o decorrer do período de armazenamento, decaindo no final. Esse

fato pode ser explicado pelas observações de WOLFF e SICARD (1961), corroboradas por JOSHI e outros (1969), que constataram acréscimo de germinação após armazenamento com teor de umidade superior ao determinado no momento da irradiação. Esse mesmo efeito de armazenamento pode explicar os decréscimos da LD<sub>50</sub> constatados durante o período de armazenamento.

No entanto, deve-se acrescentar que o poder germinativo das sementes da variedade Rosinha foi muito variável com o decorrer do ensaio. Acredita-se que foram irradiadas antes de atingirem o ponto de maturação fisiológica; esta deve ter sido completada durante o período de armazenamento quando, inclusive, não se observou a presença de sementes duras (dormentes) nos testes de germinação, conforme fora constatado nos primeiros testes.

### CONCLUSÕES

As análises dos dados e a interpretação dos resultados do presente trabalho permitiram concluir que o poder germinativo de sementes de feijoeiro, variedades Rosinha e Roxinho, decresce de acordo com o aumento da dose de radiações gama. Para a obtenção de boa conservação das sementes dessas duas variedades, em condições normais de ambiente, é desaconselhável o emprego de doses iguais ou superiores a 12,0 krad, que prejudicam sensivelmente o poder germinativo.

### SUMMARY

#### RADIOSENSITIVITY OF ROSINHA AND ROXINHO VARIETIES OF SNAP BEANS (*PHASEOLUS VULGARIS* L.) TO GAMA RADIATION

Seeds of the field bean varieties "Rosinha" and "Roxinho" (*Phaseolus vulgaris* L.) were subjected to gamma radiations (<sup>60</sup>Co) with the objective of studying their effect on seed germination. The radiations dosages, comprising six treatments, were: 0,0, 6,0, 12,0, 24,0, 36,0 and 48,0 krad.

Seed germination was studied by means of a factorial experiment conducted under laboratory controlled conditions. The factors used were radiations dosages and eight increasing lengths of time from date of seed irradiation.

The following conclusions could be drawn from the analysis and discussion of the results obtained:

- a) Seed germination was adversely affected by the 12,0 krad and 24,0 krad dosages.
- b) No germination occurred for the 36,0 and 48,0 krad treatments.
- c) The negative effect of the 6,0 krad treatment on germination was observed only sixty days after irradiations.
- d) Rosinha variety was more radiosensitive than Roxinho.

### LITERATURA CITADA

- BACCHI, O. 1967 — Regras para a Análise de Sementes. Comissão Especial de Sementes e Mudanças do Ministério da Agricultura. Brasil. 120 pág.
- BAJAJ, Y. P. S., A. W. SAETLER e M. V. ADAMS, 1970 — Gamma irradiation studies on seeds, seedlings and callus tissue cultures of *Phaseolus vulgaris* L. *Radiation Research* 10(2):119-124.
- GENTER, C. F. e H. M. BROWN, 1941 — X-Rays studies on the field bean. *Journal of Heredity* 32(1):39-44.
- GUNCKEL, J. E. e A. H. SPARROW, 1953 — Aberrant growth in plants induced by ionizing radiation. *Abnormal and Pathological Plant Growth, Brookhaven Symposia in Biology* 6:252-279.
- 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 e N. K. NOTANI, 1969 — Recovery from gamma irradiation injury in barley seeds. *Radiation Botany* 9(2):141-145.
- MARCOS FILHO, J. Efeitos de radiações gama do  $^{60}\text{Co}$  na conservação da semente e na produtividade do feijoeiro. Tese apresentada à E.S.A. "Luiz de Queiroz" USP, para obtenção do título Doutor em Agronomia. Piracicaba, 91 págs.
- PIMENTEL GOMES, F. 1963 — Curso de Estatística Experimental 2.<sup>a</sup> edição. Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz". Piracicaba. 284 págs.
- POMPEU, A. S. 1963 — Sementes de feijoeiro irradiadas. Anais do IV Seminário Pan-Americano de Sementes. Rio de Janeiro. Brasil. 120 págs.
- WOLFF, S. e 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.*

