

BR 92.28410  
1115-BR - 2891

**INSTITUTO DE PESQUISAS ENERGÉTICAS E NUCLEARES**  
AUTARQUIA ASSOCIADA À UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

**EFEITOS DE BAIXAS DOSES DE RADIAÇÃO GAMA DE COBALTO-60  
SOBRE SEMENTES DE FEIJÃO, ARROZ E RABANETE**

**OLIVIA KIMIKO KIKUCHI**

Dissertação apresentada como parte dos  
requisitos para obtenção do Grau de  
Mestre em Tecnologia Nuclear.

Orientador: Dr. Frederico Maximiliano Wiendl

**SÃO PAULO**  
**1987**

A meus pais



## NOSSOS AGRADECIMENTOS

- \* Ao Prof. Dr. Frederico Maximiliano Wiendl pela orientação, incentivo, ensinamentos e amizade.
- \* À Direção do Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares (IPEN) e à Direção do Centro de Energia Nuclear na Agricultura (CENA) pelo apoio e oportunidade de realizar o estágio na Seção de Entomologia do CENA, do qual se derivou o presente trabalho.
- \* Ao Dr. José Roberto Rogero, chefe da Divisão de Radiobiologia do IPEN, e ao Dr. Júlio Marcos Wølder, chefe da Seção de Entomologia do CENA, pelo apoio e estímulo.
- \* À Mestre Letícia Lucente Campos Rodrigues pela dosimetria das fontes.
- \* À Mestre Irens Schwarz pela tradução dos artigos em alemão citados na referência bibliográfica.
- \* Ao Antonio Soares Gouveia, à Rita Helena Antonelli Cardoso e à Vanda Khatounian pelo uso do computador e pela análise estatística.
- \* Ao Prof. Rui Ribeiro Franco, à Dra. Nélida Lúcia Del Mastro, à Mestre Maria Aparecida Pires Camillo e ao Dr. Paolo Bartolini pelas valiosas sugestões e críticas durante a execução do texto.
- \* Aos colegas da Divisão de Radiobiologia e da Seção de Entomologia pela amizade e contribuições inestimáveis.
- \* A todos que contribuíram direta ou indiretamente para a realização deste trabalho.

**EFEITOS DE BAIXAS DOSES DE RADIAÇÃO GAMA DE COBALTO - 60**  
**SOBRE SEMENTES DE FEIJÃO, ARROZ E RABANETE**

Olivia Kimiko Kikuchi

**R E S U M O**

Sementes de feijão carioca (Phaseolus vulgaris L.), arroz IAC-25 (Oryza sativa L.) e rabanete comprido vermelho (Raphanus sativus L.) foram irradiadas com radiação gama de Cobalto-60 para o estudo dos efeitos sobre a germinação e desenvolvimento das plantas. Irradiaram-se sementes de feijão e arroz com 3,5 e 7,7 Gy (32 Gy/h). A dose de 3,5 Gy aparentemente acelerou a germinação de sementes de arroz quando elas foram armazenadas por 6 dias após a irradiação, mas com um armazenamento de 1 dia a mesma dose atrasou o processo germinativo. As sementes de feijão não apresentaram modificações com 3,5 e 7,7 Gy, mas o peso úmido da plântula teve um aumento, principalmente por causa da maior quantidade de água no eixo embrionário. Sementes de feijão irradiadas com 0,5 e 2,0 Gy (30 Gy/h) apresentaram um leve atraso na germinação com 0,5 Gy. O desenvolvimento da planta não foi alterado quanto à altura, pesos úmido e seco de plantas jovens, área das folhas primárias e números de nós, folhas, flores, vagens e sementes com 0,5 e 2,0 Gy. Sementes de rabanete irradiadas com 10 e 30 Gy, com taxas de dose iguais a 4,5, 22,5 e 45,0 Gy/h, apresentaram um atraso na germinação e valores de pesos úmido e seco das folhas de plantas jovens inferiores às das testemunhas. O peso, volume, diâmetro médio, comprimento e quantidade de açúcar redutor solúvel em água da raiz totalmente desenvolvida não foram alterados pela radiação.

**EFFECTS OF COBALT-60 LOW DOSES GAMMA RADIATION ON BEAN, RICE AND  
RADISH SEEDS**

Olivia Kimiko Kikuchi

**A B S T R A C T**

The effects of Cobalt-60 gamma radiation on seeds of bean (Phaseolus vulgaris L.), rice (Oryza sativa L.) and radish (Raphanus sativus L.) were studied. Bean and rice seeds were irradiated with 3.5 and 7.7 Gy (32 Gy/h). There was an apparent acceleration on rice seed germination with 3.5 Gy when they were stored for 6 days after irradiation, but the same dose caused a delay when the store time was 1 day. Bean seeds germination was not modified by 3.5 and 7.7 Gy, but the fresh and dry weight of young plants showed an increase, mainly due the major quantity of water in the embryonary axis. Bean seeds were irradiated with 0.5 and 2.0 Gy (30 Gy/h). Seeds germination showed a slight delay irradiating with 0.5 Gy, while height, fresh and dry weight and primary leaves area of the young plants as well as number of nodes, leaves, flowers, beans and seeds were not modified after irradiation with 0.5 and 2.0 Gy. Radish seeds irradiated with 10 and 30 Gy at dose rates of 4.5, 22.5 and 45.0 Gy/h showed a germination delay and fresh and dry weight values for young plants leaves lower than control. Roots of totally developed plants showed no modifications in weight, volume, mean diameter, lenght and in the amount of soluble reducing sugar.

## Í N D I C E

<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	02
1.1. Considerações sobre os efeitos biológicos das radiações .	02
1.2. Trabalhos realizados com irradiação de sementes de gramíneas .....	05
1.3. Trabalhos realizados com irradiação de sementes de leguminosas .....	11
1.4. Trabalhos realizados com irradiação de sementes de outras famílias de plantas .....	13
1.5. Finalidade do Trabalho .....	16
<b>2. MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	17
2.1. Ensaio de germinação em laboratório com sementes de feijão e arroz irradiadas .....	17
2.2. Irradiação de sementes de feijão - análise de diversos parâmetros .....	19
2.2.1. Experimento I .....	19
2.2.2. Experimento II .....	20
2.3. Irradiação de sementes de rabanete com diferentes doses e taxas de dose .....	21
<b>3. RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	24
3.1. Ensaio de germinação em laboratório com sementes de feijão e arroz irradiadas.....	24
3.2. Irradiação de sementes de feijão - análise de diversos parâmetros .....	29
3.2.1. Experimento I .....	29
3.2.2. Experimento II .....	31
3.3. Irradiação de sementes de rabanete com diferentes doses e taxas de dose .....	35
<b>4. CONCLUSÕES</b> .....	38
<b>5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	39
<b>6. APÊNDICE</b> .....	4-

## 1. INTRODUÇÃO

### 1.1. CONSIDERAÇÕES SOBRE OS EFEITOS BIOLÓGICOS DAS RADIAÇÕES

Os seres vivos da Terra têm se desenvolvido e evoluído sob a influência de diversos fenômenos químicos e físicos, entre os quais se encontram as radiações ionizantes. Além das radiações cósmicas e as naturalmente existentes na crosta terrestre, todos os organismos vivos são constituídos por uma pequena quantidade de radioisótopos. Entretanto, não se sabe o quanto essas radiações são importantes para o funcionamento e manutenção dos processos fisiológicos e bioquímicos que ocorrem em um organismo.

Dependendo do nível de dose da radiação ionizante, os organismos vivos podem apresentar nenhuma modificação aparente, inibição e/ou morte ou estimulação. As doses inibitórias e letais são geralmente altas e têm sido muito estudadas. Nos vegetais, altas doses de radiação ionizante inibem a germinação de sementes, o brotamento de tubérculos, as diversas funções fisiológicas e bioquímicas da planta, induzem mutações etc. O efeito mutagênico é utilizado para o melhoramento genético de numerosas variedades de plantas.

Os efeitos estimulantes das radiações foram observados em bactérias, vegetais e animais logo depois da descoberta da radioatividade. A possibilidade de estimular plantas de interesse agrícola com o objetivo de aumentar o desenvolvimento e a produção, levou vários pesquisadores a irradiar plantas e sementes. Esses primeiros trabalhos permitiram concluir que doses baixas de radiação são mais efetivas para estimular do que doses altas. Além disso, a taxa de dose também passou a receber maior atenção, pois em

muitos experimentos doses crônicas foram mais efetivas. Entretanto, os efeitos das radiações dependem também de outros fatores como o gênero, a espécie e a variedade da planta, condições ambientais de cultivo, tipo de solo, adubação etc.

Poucos pesquisadores têm se dedicado ao estudos dos fenômenos que ocorrem quando baixas doses de radiação promovem efeitos estimulantes em vegetais. SAX (1963) e SIMONIS (1966), após estudos de revisão sobre o assunto, levantaram a possibilidade de ocorrer na planta irradiada modificações no nível de auxina. TAVČAR (1966) concluiu que a estimulação de vegetais não era um fenômeno hereditário. Curiosamente, SÜSS (1966) observou uma transferência de estímulo de uma geração a outra, mas que cessou após três anos, levando o autor a eliminar a possibilidade de ter havido mutação. FLAIG e SCHMID (1966) verificaram que freqüentemente as alterações causadas pelas radiações no metabolismo vegetal eram comparáveis aos efeitos provocados por substâncias fisiologicamente ativas como produtos de decomposição da lignina do solo, pesticidas, antibióticos etc. KUZIN et alii (1976) isolaram e purificaram uma radiotoxina de tubérculos de batata irradiados com 10 kR, ausente em batata não irradiada; sementes de rabanete, feijão e cevada, embebidas em soluções contendo altas concentrações dessa radiotoxina, sofreram inibição da germinação e crescimento das plantas, enquanto que concentrações bem baixas foram estimulantes. Segundo GUDKOV (1976) a ativação de certos sistemas enzimáticos seria responsável pelo encurtamento do ciclo mitótico que foi observado em sementes de ervilha e milho irradiadas, resultando em um aumento da divisão celular do meristema e estímulo do desenvolvimento da planta. ERICKSON et alii (1979) obtiveram uma diminuição da resistência dos estômatos relacionada com um aumento aparente da altura as plantas

de trigo, cujas sementes foram irradiadas; como a resistência dos estômatos pode ser controlada pelas citocininas, a radiação teria provocado uma diminuição dessas substâncias e os estômatos abertos poderiam assimilar mais  $\text{CO}_2$  para ser utilizado no crescimento das plantas.

Finalmente, LUCKEY (1980) realizou um extenso trabalho de revisão relacionado com os efeitos estimulantes das radiações ionizantes sobre os organismos vivos, apresentando conceitos, definições e hipóteses sobre os prováveis mecanismos que ocorreriam para que o fenômeno se manifestasse. Segundo esse autor, a radioestimulação faz parte de uma área de estudo denominada "Hormesis", definida como sendo a estimulação positiva de um sistema biológico, por quantidades subdanosas de qualquer agente físico, químico ou biológico. Com doses baixas, as alterações produzidas não chegariam a danificar o organismo, sendo que somente as reações iniciais causadas por altas doses é que se manifestariam. Assim, algumas funções que não fazem parte da rotina do sistema biológico passariam a ter mais importância como os mecanismos de reparo e defesa. As hipóteses sobre os mecanismos que ocorrem em um organismo radioestimulado apresentados por Luckey incluem: mecanismo de reparo e reação a baixas doses, ativação de sistemas enzimáticos, alterações no conteúdo de hormônio e produção de toxinas em pequenas quantidades.

A irradiação de plantas, em vários estádios de desenvolvimento após a germinação das sementes e de diferentes partes da planta, foram feitas por vários pesquisadores que obtiveram estimulação medida por diversos parâmetros. Os resultados positivos dependeram do estágio em que o vegetal foi irradiado, além de outros fatores como a variedade da cultura e condições de cultivo.

Por meio da irradiação de plantas obteve-se um aumento da produção de batata (SÜSS, 1966 e DAVIES, 1973), milho (KILLION e CONSTANTIN, 1972), tomate (SIDRAK e SUESS, 1973) e arroz (IQBAL e ZAHUR, 1975). Verificou-se um aumento do peso seco de várias partes da planta em fava, ervilha, batata e beterraba (DAVIES, 1973), arroz (IQBAL e ZAHUR, 1975), feijão (NIRALE e GAUR, 1976) e trigo (SKOK et alii, 1965). O brotamento foi acelerado em batata (FISCHNICH et alii, 1961) e obteve-se um maior número de brotos em trigo (DAVIES, 1968) e cevada (DAVIES, 1970).

Alguns pesquisadores estudaram os efeitos da taxa de exposição em plantas irradiadas de soja (KILLION et alii, 1971), trigo (KILLION e CONSTANTIN, 1971) e milho (KILLION e CONSTANTIN, 1972). Verificaram um aumento na produção de milho e no caso do trigo obtiveram uma correlação entre a diminuição da altura da planta e menor produção de grãos, conforme a dose de radiação aumentava. BOTTINO et alii (1975) fizeram um estudo da inter-relação entre taxa de exposição e exposição em sementes de cevada, medindo a inibição do crescimento da planta. Com 600 a 3200 R tornou-se evidente a influência da taxa de exposição.

## 1.2. TRABALHOS REALIZADOS COM IRRADIAÇÃO DE SEMENTES DE GRAMÍNEAS

THAUNG (1960) irradiou sementes de duas variedades de arroz, C33-18 e D17-88, em uma fonte de Cobalto-60 utilizando 500, 1000 e 1500 R. Também fez testes adicionando Fósforo-32, na forma de fosfato, em diferentes concentrações. Verificou que houve um aumento mais acentuado na produção de grãos com 1500 R para a variedade C33-18 e com 500 R para a variedade D17-88 e que o tamanho

---

!das plantas e a produção de grãos aumentaram com as maiores concentrações de fosfato adicionado ao solo.

TAVCAR (1966) investigou os efeitos da radiação gama sobre sementes de diversas variedades de trigo, cevada e milho, utilizando exposições de 500, 750, 1000, 2000, 3000, 4000, 5000 e 10000R. Com exceção da dose mais elevada, todas as demais estimularam o crescimento das raízes e folhas, sendo que para cada variedade não mais que duas doses foram efetivas. Por exemplo, Triticum aestivum variedade Pastore foi estimulada com 1500 R; Hordeum vulgare nº 21 apresentou aumentos com 2000 e 4000 R e a variedade nº 9, com 4000 e 5000 R. Esse autor chegou à conclusão que dependendo da variedade da planta, dentro da mesma espécie, respostas semelhantes podiam ser obtidas com doses diferentes e que a dose estimulante para uma variedade podia ser até inibitória para outra.

SÜSS (1966) irradiou sementes de diversas variedades de trigo, cevada e milho em uma fonte de Césio-137, com taxa de exposição de 9,75 R/min e exposições e 1, 10, 50 e 100 R. Foram considerados também a temperatura ambiental durante o cultivo, o teor de umidade das sementes e a presença de diferentes gases durante a irradiação. Todos os fatores se revelaram importantes, exercendo influência sobre os parâmetros observados. A quantidade de matéria seca das plantas jovens e a germinação de sementes de trigo apresentaram aumentos com 1, 10 e 100 R, principalmente quando cultivadas em temperatura de 109 C. Sementes de trigo e cevada com 13,8 e 17,4% de umidade originaram plantas com maior peso seco ao serem irradiadas com 1, 10 e 100 R; com 22% foi igual à testemunha e até diminui com 10 R. Sementes de trigo irradiadas em atmosfera contendo oxigênio germinaram mais rapidamente e ao serem irradiadas com maior conteúdo de nutrientes o estímulo ocorreu com 1 e

---

10 R, nos primeiros estádios de desenvolvimento, mas o peso seco máximo foi obtido com 50 R. Os experimentos com milho demonstraram que o clima em que é realizado o cultivo influencia nos efeitos radioestimulantes. A cultura realizada em clima frio e chuvoso apresentou estímulo da produção e maior peso seco com 1 R, enquanto que em clima mais quente e menos chuvoso os mesmos parâmetros foram estimulados com 100 R.

BURTON et alii (1971) irradiaram sementes de três variedades de capim da espécie Pennisetum typhoides, utilizando uma fonte de Cobalto-60 com taxas de exposição iguais a 49,6 e 56,6 R/min e exposições de 150 a 19200 R. A produção de forragem não apresentou aumento com essas doses aplicadas.

FOWLER e MACQUEEN (1972) submeteram sementes de trigo (Triticum aestivum, variedades Neepawa, Pitic e Opal) a doses de 100 a 1500 rad de radiação gama, com taxa de dose igual a 100 rad/min. Obteve-se um aumento significativo da produção da variedade Neepawa irradiada com 1000 rad, em um ano em que as condições de cultivo não foram ótimas. O período de maturação, o peso e o conteúdo protéico das sementes e a altura das plantas não apresentaram modificações.

MARCOS FILHO et alii (1972) irradiaram sementes de arroz (Oryza sativa, variedade IAC-435) com doses variando de 25 rad a 6,4 krad em uma fonte de Cobalto-60. Obtiveram um aumento na produção de grãos com a dose de 200 rad.

DEGNER e SCHACHT (1974) irradiaram sementes de algumas variedades de milho em uma fonte de Cobalto-60 com doses de 6 a 1600 rad e taxas de dose de 5 e 25 rad/min. A semeadura foi realizada 14 dias após a irradiação. Os maiores aumentos da produção final ocorreram com 50 e 200 rad.

BABOTH (1975) obteve uma correlação entre síntese de ARN mitocondrial e comprimento das raízes em plântulas de cevada (Hordeum vulgare, variedade Impala) originadas de sementes irradiadas com 1000 rad em uma fonte de Cobalto-60, com taxa de dose igual a  $1,7 \times 10^5$  rad/hora.

BORS e FENDRIK (1975) trabalharam com sementes de cevada da variedade Impala, submetendo-as a um processo de embebição antes da irradiação em uma fonte de raios X, com 60, 125, 250 e 500 R e taxa de exposição de 600 R/hora. As três doses mais baixas causaram aumento do número de brotos e dos pesos úmido e seco das plantas. Como o peso úmido teve aumento mais acentuado que o peso seco, os autores discutiram a possibilidade da causa ter sido o aumento do volume celular.

BURTON et alii (1975) trabalharam com algumas variedades de milho, sorgo e Pennisetum americanum. As sementes foram irradiadas em uma fonte de Cobalto-60 com três taxas de exposição: 38,1, 43,3 e 96,7 kR/min. O sorgo recebeu de 0,2 a 25,6 kR e as outras espécies de 0,15 a 19,2 kR. Os parâmetros medidos, produção e digestibilidade de matéria seca "in vitro", não apresentaram aumentos por causa da irradiação.

DEGNER e SCHACHT (1975), após concluírem, em 1974, que a produção de algumas variedades de milho eram estimuladas com 50 e 200 rad, realizaram experimentos em grande escala conjuntamente com cooperativas agrícolas, para conferirem essas doses. Paralelamente, fizeram medidas de peso da espiga e do restante da planta, grossura do caule, número de espigas e comprimento das plantas. Os maiores aumentos desses parâmetros e da produção em grande escala ocorreram com 50 rad e taxa de dose igual a 25 rad/min. Ao comparar as taxas de dose de 4 e 57,5 rad/min, DEGNER et alii (1975)

verificaram que tanto para 50 rad como para 200 rad a quantidade de matéria seca e conteúdo de proteína total aumentavam mais efetivamente com a taxa de dose de 4 rad/min.

EARK et alii (1976) compararam os efeitos das radiações em sementes de milho (Zea mays, variedade Giza hybrid 67) embebidas em água e em solução de molibdato de amônio. As doses de radiação gama de Cobalto-60 utilizadas foram de 500, 1000 e 2000 R e a taxa de exposição foi de 100 R/seg. As sementes embebidas em água apresentaram aumentos do peso seco da planta, conteúdo de clorofila "a", conteúdo de carotenóides, relação proteína / clorofila nos cloroplastos, atividade fotoquímica dos cloroplastos isolados e altura das plantas, com 500 e 1000 R. O conteúdo de clorofila "b" aumentou com 500 e 2000 R e a relação ácido ascórbico/ácido dehidroascórbico, com 500 e 1000 R. As sementes embebidas em solução de molibdato de amônio apresentaram resultados um pouco diferentes: não houve aumento no peso seco das raízes e no conteúdo de clorofila "a" e "b" e a relação proteína/clorofila aumentou só com 500 R.

GUDKOV (1976) verificou que a duração do ciclo mitótico das células meristemáticas das raízes de plantas de milho (Zea mays, variedade Bukowisky 3) diminuía quando as sementes eram irradiadas com 1000 rad em uma fonte de Cobalto-60, com taxa de dose de 600 rad/min. As fases G1 e G2 foram as que mais sofreram alterações, contribuindo para esse encurtamento do ciclo.

JOSHI et alii (1976) irradiaram sementes de Setaria italica, variedade Co-1 com 250, 500, 1000 e 1500 R de raios X, com taxa de exposição igual a 1000 R/h, em estado seco e embebido em água antes e depois da irradiação. As sementes secas resultaram em maior produção de grãos e palha em todas as doses e as sementes embebidas antes da irradiação tiveram aumento de produção só com 500 R.

BATTACHARYA e JOSHI (1977) fizeram um estudo sobre os efeitos da radiação gama em sementes de arroz (Oryza sativa, variedade D-6-2-2) com diferentes teores de umidade: 4, 8, 10 e 15%. As exposições variaram de 500 a 5000 R, com taxa de exposição aproximada de 2 kR/min. Os resultados desse trabalho indicaram que para a variedade considerada, 8% de umidade foi o ideal para causar estímulo da germinação e da altura da planta, com 500 e 1000 R.

DEGNER e SCHACHT, em 1977, realizaram um estudo sobre a correlação entre o período de armazenamento das sementes de milho irradiadas e a produção final das plantas. O aumento da produção de massa verde, massa seca e proteína bruta foi maior quando a semeadura ocorreu dentro de uma semana após a irradiação das sementes. Períodos de armazenamento mais longos, até 4 meses, ainda foram considerados economicamente viáveis. Esses autores concluíram também que a dose mais efetiva foi a de 50 rad, com taxa de dose entre 5 e 6 rad/min.

ERICKSON et alii (1979) irradiaram sementes de trigo (Triticum aestivum, variedades Scout 66 e Sturdy) com doses de 150 a 2000 rad e taxa de dose igual a 200 rad/min. Um dos parâmetros medidos, a resistência dos estômatos, diminuiu com doses de 150 a 1500 rad na variedade Scout 66 e com doses de 150 a 450 rad na outra variedade. Essa diminuição foi interpretada como sendo favorável para o crescimento da planta, pois haveria maior assimilação de CO<sub>2</sub> e de fato, houve um aumento na altura das plantas que receberam 150 rad.

DEGNER e SCHACHT (1981) irradiaram sementes de milho com 4,5 Gy e taxa de dose igual a 7 Gy/min. A semeadura foi feita dentro de um prazo de 10 dias após a irradiação em várias fazendas de diferentes regiões da Alemanha. Dessa forma foi possível veri-

ficar que os aumentos de produção apresentavam valores estáveis, mesmo quando o tipo de solo e condições climáticas eram diferentes.

DEGNER e SCHACHT (1984) fizeram um estudo comparativo sobre os efeitos das radiações no processo germinativo e no desenvolvimento das plantas, a fim 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, tremôço, 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 estimularam a germinação. Demonstraram também que doses danosas de radiação causavam na germinação um comportamento totalmente independente do "futuro" da planta. Em girassol, milho e feijão irradiados com doses próximas a  $DL_{100/30}$  a germinação se processou normalmente, sem alterações em relação às testemunhas. Entretanto, terminado o processo germinativo, a maioria das plantas morreram.

### 1.3. TRABALHOS REALIZADOS COM IRRADIAÇÃO DE SEMENTES DE LEGUMINOSAS

MUJEEB (1970) submeteu sementes de feijão (Phaseolus vulgaris, variedade Blue Lake, sub-família Faboideae) a várias doses de radiação gama de Cobalto-60, de 1 a 45 kR, obtendo estímulo da germinação com 1, 1,5 e 2,0 kR. Os outros parâmetros considerados: citológicos, morfológicos e fisiológicos, não apresentaram estímulo.

GENSRAMIN e ANDO (1975) fizeram um estudo sobre a influência do teor de umidade das sementes de feijão carioca (Phaseolus

vulgaris) no momento da irradiação, aplicando doses de 0 a 40 kR de radiação gama de Cobalto-60. Concluíram que sementes com 15,5% de umidade apresentavam menos danos na emergência e maior sobrevivência das plantas. Os efeitos deletéricos se acentuavam conforme aumentava ou diminuía o teor de umidade.

PÁL e SIMON (1976) irradiaram sementes de feijão, variedade Arayesco, em uma fonte de Cobalto-60 com 5, 7,5 e 10 kR e taxa de exposição igual a 600 R/h. Verificaram que com 5 kR houve aumento dos parâmetros seguintes: superfície total e peso úmido das folhas, área de coloração verde escura e peso úmido dessa área, conteúdo de clorofila e caroteno, suberificação dos tecidos dermais da superfície das raízes e número de raízes laterais.

GUDKOV (1976), utilizando uma fonte de Cobalto 60 com taxa de dose igual a 600 rad/min, irradiou sementes de ervilha da variedade Ramonsky 77 com 500 rad. Verificou que houve uma diminuição da duração do ciclo mitótico das células meristemáticas das raízes de plantas jovens, sendo que a fase G1 foi, quase, a única afetada. Concluiu que o encurtamento do ciclo mitótico estava relacionado com o aumento da atividade de divisão celular no meristema que causaria um maior desenvolvimento da planta.

SHAMSI e SOFAJY (1980) irradiaram sementes de duas variedades de fava (Vicia fava - subfamília Faboideae), uma egípcia e outra francesa, com 100 e 5000 R em uma fonte de Cobalto-60 com taxa de exposição igual a 80 R/min. Para as duas variedades, 750 R foi mais estimulante para os parâmetros seguintes: comprimento do caule, número de nós, número de brotos axilares, comprimento do broto axilar mais longo, produção, peso seco e área foliar. A produção da variedade egípcia aumentou também com 100, 250, 500 e 1000 R e da variedade francesa, com 500 e 1000 R. Nas duas houve flora

ção antecipada com 500 e 750 R. Os autores concluíram que embora o peso seco das plantas fosse significativamente superior, aparentemente a eficiência fotossintética era menor nos estádios iniciais do desenvolvimento da planta. Além disso, o aumento da produção foi causado pelo número maior de vagens e pelo maior peso das sementes e não por um possível maior número de sementes por vagem. O aumento do número de nós prolongou o período de atividade do meristema vegetativo terminal, havendo formação de mais brotos axilares que desenvolveram estruturas de reprodução.

#### 1.4. TRABALHOS REALIZADOS COM IRRADIAÇÃO DE SEMENTES DE OUTRAS FAMÍLIAS DE PLANTAS

SKOK et alii (1965) submeteram sementes de girassol (Helianthus annuus - família Compositae) a exposições de 50 a 5000 R de raios X e taxa de 100 R/min. Obtiveram aumentos da altura e do peso das plantas com algumas doses, mas não conseguiram reproduzir os efeitos posteriormente. Ao irradiarem sementes de trigo saraceno (Fagopyrum tartaricum - família Polygonaceae) com 250 a 2000 R, observaram aumentos dos parâmetros seguintes: a) comprimento do hipocótilo, principalmente com doses intermediárias de 1000, 2000 e 2500 R, quando medidas aos 14, 21, 28 e 34 dias; b) altura da planta, principalmente com 14 e 21 dias e com doses acima de 2000 R; c) comprimento dos internós, com doses acima de 2000 R.

KRONENBERG et alii (1971) estudaram os efeitos da taxa de dose sobre a germinação de sementes de rabanete (Raphanus sativus - família Cruciferae). A irradiação foi feita em uma fonte de Cobalto-60 em diferentes condições: com fluxo de ar, em ar estagnado e com fluxo de nitrogênio. As taxas de dose variaram de 1,2 a

10,0 rad/seg e as doses totais de 0,2 a 1,8 Mrad, uma vez que o tempo de irradiação foi fixado em 48 horas. O processo germinativo sofreu um atraso com os aumentos das doses e não houve efeito de oxigênio, pois as diferenças entre as sementes irradiadas nas três condições de aeração foram insignificantes.

GARG et alii (1972) irradiaram sementes de mostarda (Brassica campestris, variedade Type 42 - família Cruciferae) com 10 a 50 kR em uma fonte de Cobalto-60. A germinação foi estimulada com 10, 20 e 30 kR, sendo que a dose mais efetiva foi 10 kR. A altura da planta, o comprimento da raiz, o peso seco da parte aérea e a quantidade de ácido ascórbico livre aumentaram com 10 e 20 kR. O peso seco da raiz, a atividade da catalase e a atividade respiratória aumentaram com 10 kR.

JOSEPH et alii (1973) utilizaram exposições de 125 a 2500 R de raios X, com taxa de exposição igual a 200 R/min, na irradiação de sementes de alfavaca (Ocimum Kilimandscharicum - família Labiatae). A germinação foi acelerada e ocorreu em maior porcentagem com 500 e 1500 R. Em quase todas as doses houve aumento dos pesos úmido e seco das folhas e caules, dependendo da idade em que as plantas se encontravam no momento de serem feitas as medidas. Verificou-se um maior crescimento das folhas em relação aos caules com 250 a 1500 R. Nas plantas com 10 semanas, o conteúdo de clorofila aumentou com 1500 R e o conteúdo de óleo nas folhas com 500, 1500 e 2500 R. O conteúdo de cânfora nas folhas apresentou um ligeiro aumento com 500 e 1500 R, em plantas com 13 semanas. Esses autores concluíram que o estímulo no crescimento vegetativo resultou em aumento do conteúdo de óleo essencial por planta.

SIDRAF e SUESS (1973) irradiaram sementes de tomate (Lycopersicon esculentum, variedades Lukullius e Professor Rudloff -

família Solanaceae) em uma fonte de Césio-137 com 250 a 2000 R e taxa de exposição igual a 4000 R/h. A variedade Lukullus apresentou estimulação com 500 R para o consumo de oxigênio pelas sementes em germinação, peso seco das plantas com 6 semanas e produção de frutos. Na outra variedade houve estimulação do consumo de oxigênio pelas sementes com 250 a 1000 R, do peso seco das plantas com 500 a 1500 R e da produção de frutos com 750 R.

BORS e FENDRIK (1975) embeberam as sementes de beterraba (Beta sp - família Chenopodiaceae) antes de serem irradiadas com 1000 a 8000 R de raios X e taxa de exposição de 2500 R/h. Verificaram que houve aumento do peso e da quantidade de açúcar das raízes com 1000 R, mas ao irradiarem as sementes secas o aumento não ocorreu.

KAUL et alii (1976) irradiaram sementes dormentes de Datura metel - família Solanaceae, com 0,5 a 8 kR de raios X e taxa de exposição igual a 770 R/min. Obtiveram maior porcentagem de germinação, aumento na altura das plantas e na produção de matéria verde e de sementes. O peso das plantas e a porcentagem de alcalóides aumentaram com 1 a 8 kR.

PÁL et alii (1976) trabalharam com rabanete (Raphanus sativus, variedade vermelho precoce - família Cruciferae), irradiando as sementes em uma fonte de radiação gama com doses de 1000, 3000 e 5000 rad e duas taxas de dose: 450 e 900 rad/h. A porcentagem de germinação aumentou com 1000 (450 rad/h), 3000 (900 rad/h) e 5000 rad (900 rad/h). Os pesos úmido e seco das folhas e raízes aumentaram com 1000 rad (450 rad/h) e o volume das raízes, embora tivesse aumentado em certos casos, não foi estatisticamente significativo. A quantidade de vitamina C diminuiu com todas as doses e a quantidade de carboidratos totais e carboidratos solúveis em á-

gua das raízes aumentou com 1000 rad (900 rad/h). O consumo de água diminuiu em todos os tratamentos nas plantas com 22 dias e se manteve por maior tempo com a dose de 1000 rad (450 rad/h). Neste caso, foi utilizada uma menor quantidade de água para a formação de um grama de matéria seca não só nas raízes, mas em toda a planta.

### 1.5. FINALIDADE DO TRABALHO

A utilização da energia nuclear para o estímulo de vegetais, sozinha ou conjuntamente com os métodos convencionais para se obter um aumento de produção, pode se tornar uma alternativa para um melhor aproveitamento agrícola de diversas culturas de plantas.

As doses radioestimulantes de vegetais publicadas na literatura até o momento, são quase todas provenientes de experimentos realizados no exterior, com variedades diversas e condições de clima e solo locais. Desta forma, torna-se necessário o estudo dos efeitos estimulantes das radiações sobre variedades de plantas cultivadas no Brasil.

Este trabalho tem como objetivo verificar se as variedades de feijão carioca, arroz IAC-25 e rabanete comprido vermelho podem ser estimuladas pela radiação gama. A observação de diversos parâmetros, desde a germinação das sementes irradiadas até a formação de novas sementes, teve como finalidade o estudo dos efeitos de baixas doses no desenvolvimento das plantas e verificar se as modificações ocorridas no início do desenvolvimento poderiam ser relacionadas com a produção final. Além da dose total de radiação foi considerado em um experimento também o efeito da taxa de dose, por ser um dos fatores modificadores importantes no estudo de efeitos biológicos das radiações.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

A maior parte dos experimentos foi realizada no Centro de Energia Nuclear na Agricultura - CENA/Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" - USP, Piracicaba, SP.

As sementes de feijão carioca (Phaseolus vulgaris L. - família Leguminosae, subfamília Faboideae), arroz IAC-25 (Oryza sativa L. - família Gramíneae) e rabanete comprido vermelho (Raphanus sativus L. - família Cruciferae) foram obtidas da Seção de Genética do CENA e da Cooperativa Agro-Pecuária Regional de Piracicaba.

As fontes de radiação gama utilizadas foram: um irradiador de Cobalto-60 da Atomic Energy of Canada, do CENA, com atividade de  $3,0 \times 10^{13}$  Bq e um irradiador de Cobalto-60 tipo Gammabeam da Yoshizawa Kiko, do IPEN, com atividade de  $3,2 \times 10^{13}$  e  $3,4 \times 10^{13}$  Bq. Determinaram-se as doses no Departamento de Proteção Radiológica do IPEN pelo método da termoluminescência, utilizando-se pastilhas dosimétricas de sulfato de cálcio impurificado com disprósio ( $\text{CaSO}_4:\text{Dy}$ ).

### 2.1. ENSAIOS DE GERMINAÇÃO EM LABORATÓRIO COM SEMENTES DE FEIJÃO E ARROZ IRRADIADAS

As sementes de feijão e arroz foram irradiadas na fonte de Cobalto-60 do IPEN, cuja taxa de dose a 60 cm de distância foi de 32 Gy/h. As doses foram de 0, 3,5 e 7,7 Gy.

As sementes de feijão continham 11,7% de umidade e as de arroz 12,5% determinadas pela secagem em estufa a 105°C. Foram irradiadas em sacos de papel e separadas em três grupos para serem embebidas no segundo, sétimo e décimo quinto dias após a irradiação, respectivamente.

A germinação foi realizada em rolos de papel toalha, no caso das sementes de feijão, mantidos verticalmente em frascos de vidro. As sementes de arroz germinaram sobre papel de filtro, em placas de Petri. Fez-se a embebição das sementes com água destilada e os frascos e as placas foram mantidos no escuro a uma temperatura oscilando entre 20° e 25° C.

Para cada dose de radiação foram feitas quatro repetições de 100 sementes, totalizando portanto, 400 sementes por dose. Além da porcentagem de germinação, examinada todos os dias, foram medidos os pesos úmido e seco dos eixos embrionários e dos cotilédones das plântulas. A secagem foi realizada em estufa a 60° C.

Os dados referentes à germinação de sementes de feijão e arroz foram submetidos a uma análise de tendência, cujo resultado é apresentado em gráfico.

Os dados referentes aos pesos úmido e seco das plântulas de feijão e arroz foram ajustados por modelo linear da forma:

$$Y_{ijkl} = \mu + PA_i + Dose_j + PA_i \times Dose_j + Rep_{k(ij)} + e_{ijkl}$$

$$i = 1, 2, 3$$

$$j = 1, 2, 3$$

$$k = 1, 2, 3, 4$$

$$l = 1, 2, 3, \dots, 36$$

onde,

- $\mu$  : média geral
- $PA_i$  : efeito do i-ésimo nível do fator Período de Armazenamento
- $Dose_j$  : efeito do j-ésimo nível do fator Dose de radiação
- $Rep_{k(ij)}$  : representa as determinações repetidas dentro da interação  $PA \times Dose$
- $e_{ijkl}$  : erro de determinação associado à unidade experimental  $ijkl$

Com base na equação anterior realizou-se a análise de variância dos dados obtidos, segundo Teste F.

## 2.2. IRRADIAÇÃO DE SEMENTES DE FEIJÃO - ANÁLISE DE DIVERSOS PARÂMETROS

Irradiaram-se sementes de feijão com 12,4% de umidade na fonte de Cobalto-60 do IPEN, cuja taxa de dose a 60 cm de distância foi de 30 Gy/h. As doses aplicadas foram: 0, 0,5 e 2,0 Gy. A semeadura foi feita em canteiros (Experimento I) e em vasos (Experimento II) no segundo dia após a irradiação.

### 2.2.1. Experimento I

Para cada dose efetuaram-se quatro repetições de 100 sementes semeadas em quadrados de 60 x 60 cm, totalizando 12 quadrados. A germinação foi examinada diariamente, no mesmo horário. No décimo quarto dia após a semeadura foram colhidas 10 plantas intactas, por quadrado. As raízes dessas plantas foram eliminadas, considerando-se somente a parte aérea para as medidas dos parâmetros:

- a) altura da planta
- b) pesos úmido e seco totais
- c) pesos úmido e seco das folhas primárias
- d) área das folhas primárias
- e) quantidade de matéria úmida e seca por área das folhas primárias
- f) comprimento do epicótilo e do hipocótilo
- g. altura da inserção das folhas primárias

### 2.2.2. Experimento II

Fez-se a sementeira em vasos contendo 5,5 Kg de terra. Utilizou-se adubação usual com fosfato, cloreto de potássio e sulfato de amônio. Foram feitas quatro repetições de cinco vasos por dose, totalizando em média 34 plantas para cada dose.

Os vasos ficaram ao ar livre recebendo sol o dia todo e todos eles foram submetidos ao mesmo regime de rega. As plantas foram pulverizadas com inseticida e fungicida.

A altura de cada planta foi medida uma vez por semana e foram também examinados os parâmetros seguintes:

- a) número de nós
- b) número de folhas
- c) número de flores
- d) número de vagens
- e) número de sementes

Os dados referentes à germinação de sementes (Experimento I) e ao crescimento das plantas (Experimento II) foram submetidos a análises de tendência, cujos resultados são apresentados em gráficos.

Os dados referentes aos pesos úmido e seco, área foliar, quantidade de matéria úmida e seca por área foliar, altura da planta, comprimentos do epicótilo e hipocótilo, altura da inserção das folhas primárias e números de nós, folhas, flores, vagens e sementes foram ajustados por modelo linear da forma:

$$Y_{ijk} = \mu + Dose_i + Rep_{j(i)} + e_{ijk}$$

$$i = 1, 2, 3$$

$$j = 1, 2, 3, 4$$

$$k = 1, 2, \dots, 110$$

onde,

- $\mu$  : média geral
- Dose<sub>i</sub> : efeito do i-ésimo nível do fator Dose de radiação
- Rep<sub>j(i)</sub> : representa as determinações repetidas dentro de Dose
- e<sub>ijk</sub> : erro de determinação associado à unidade experimental  
ijk

Os dados referentes às variáveis número de nós, folhas, flores, vagens e sementes foram analisados e submetidos à transformação logarítmica para se obter uma aproximação para a distribuição Normal.

Com base na equação anterior realizou-se a análise de variância dos dados obtidos, segundo Teste F.

### 2.3. IRRADIAÇÃO DE SEMENTES DE RABANETE COM DIFERENTES DOSES E TAXAS DE DOSE

As sementes de rabanete com 5,9% de umidade foram irradiadas na fonte de Cobalto-60 do CENA com 0, 10 e 30 Gy. Para cada dose usaram-se as seguintes taxas de dose: 4,5, 22,5 e 45,0 Gy/h.

A semeadura foi realizada no dia seguinte à irradiação em dois canteiros de 1 x 5 m. Uma linha de 1 m correspondeu a um lote constituído por 60 sementes, sendo feitas quatro repetições por dose. O solo foi adubado com NPK (4-14-18).

Anotou-se o número de sementes germinadas diariamente e na época de desbaste foram mantidas em média 30 plantas por linha. Das plantas jovens que foram retiradas, aquelas intactas foram utilizadas para medidas de pesos úmido e seco das folhas. A secagem foi feita em estufa a 60°C.

Na época ideal para serem consumidas as raízes foram colhidas para medidas dos parâmetros:

- a) peso
- b) volume
- c) diâmetro (média de 3 medidas feitas em diferentes alturas)
- d) comprimento
- e) quantidade de açúcar redutor solúvel em água

A determinação quantitativa do açúcar redutor foi feita pelo método colorimétrico, utilizando ácido dinitrossalicílico como reagente (MANDELS et alii, 1976), na Divisão de Radiobiologia do IPEN.

Os dados referentes à germinação de sementes foram submetidos a uma análise de tendência, cujo resultado é apresentado em gráfico.

Os dados referentes aos pesos úmido e seco das folhas de plantas jovens e ao peso, volume, diâmetro, comprimento e quantidade de açúcar da raiz foram ajustados por modelo linear da forma:

$$Y_{ijkl} = \mu + Dose_i + Dose_i(Taxa_j) + Rep_{k(ij)} + e_{ijkl}$$

$$i = 1, 2, 3$$

$$j = 1, 2, 3$$

$$k = 1, 2, 3, 4$$

$$l = 1, 2, \dots, 28$$

onde,

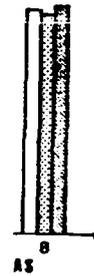
$\mu$  : média geral.

$Dose_i$  : efeito do  $i$ -ésimo nível do fator Dose de radiação

- $\mu_{ij}$  : efeito do  $i$ -ésimo nível da Dose dentro do  $j$ -ésimo nível da Taxa de dose
- $\sigma^2$  : representa as determinações repetidas dentro da Dose e Taxa
- $\epsilon_{ijkl}$  : erro de determinação associado à unidade experimental  $ijkl$

Com base na equação anterior realizou-se a análise de via dos dados obtidos, segundo Teste F.

A análise estatística da pesquisa foi realizada na Divi Apoio à Engenharia e Pesquisa do Departamento de Processamentos do IPEN, utilizando o sistema SAS (Statistical Analysis



### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.1. ENSAIOS DE GERMINAÇÃO EM LABORATÓRIO COM SEMENTES DE FEIJÃO E ARROZ IRRADIADAS

As figuras 1 e 2 apresentam as porcentagens de germinação das sementes de feijão e arroz, respectivamente. As abscissas indicam o tempo decorrido, em dias, após a embebição das sementes. Na Figura 1 (A, B e C) verifica-se que as doses de 3,5 Gy e 7,7 Gy e o período de armazenamento das sementes após a irradiação não causaram alterações na germinação das sementes. Na figura 2-A, as sementes irradiadas com 3,5 Gy apresentaram menor porcentagem de germinação de 8 a 12 dias após a embebição, indicando que houve um atraso na germinação. Por outro lado, quando o período de armazenamento foi de 6 dia (Figura 2-B), a mesma dose causou um aumento na porcentagem de germinação nos primeiros dias após a embebição - (5 a 10 dias), ocorrendo portanto aceleração no processo germinativo. O armazenamento de 14 dias (Figura 2-C) não influenciou a germinação das sementes irradiadas.

Os pesos úmido e seco das plântulas de feijão e arroz se encontram nas Tabelas I e II, respectivamente. Plântulas de feijão originadas de sementes irradiadas e armazenadas por 1 dia apresentaram aumento do peso úmido total, principalmente pela maior quantidade de água no eixo embrionário (Tabela I). As plântulas de arroz não apresentaram modificações no peso por causa da irradiação e do período de armazenamento das sementes. Os valores de F e p indicaram que as alterações observadas não foram estatisticamente significativas.

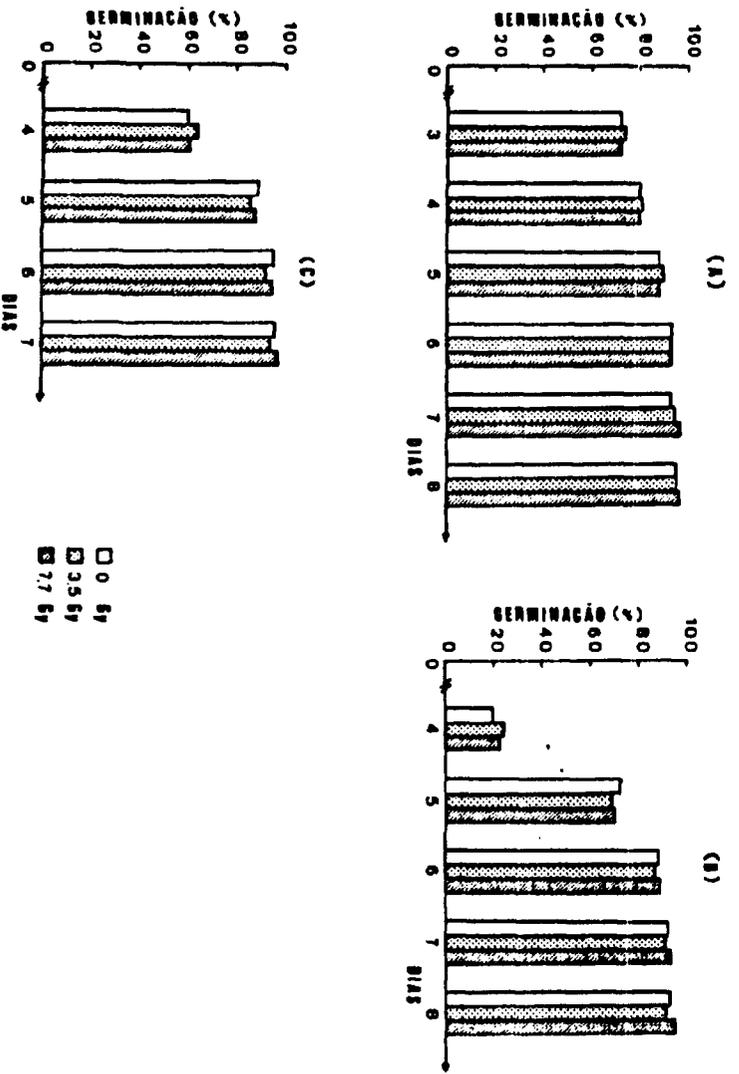


FIGURA 1 : Germinação de sementes de feijão irradiadas com 0, 3,5 e 7,7 Gy e armazenadas durante 1 (A), 6 (B) e 14 (C) dias após a irradiação.

... diferentes dos valores de F não foram estatisticamente significativos a nível de 5% (p < 0,05)

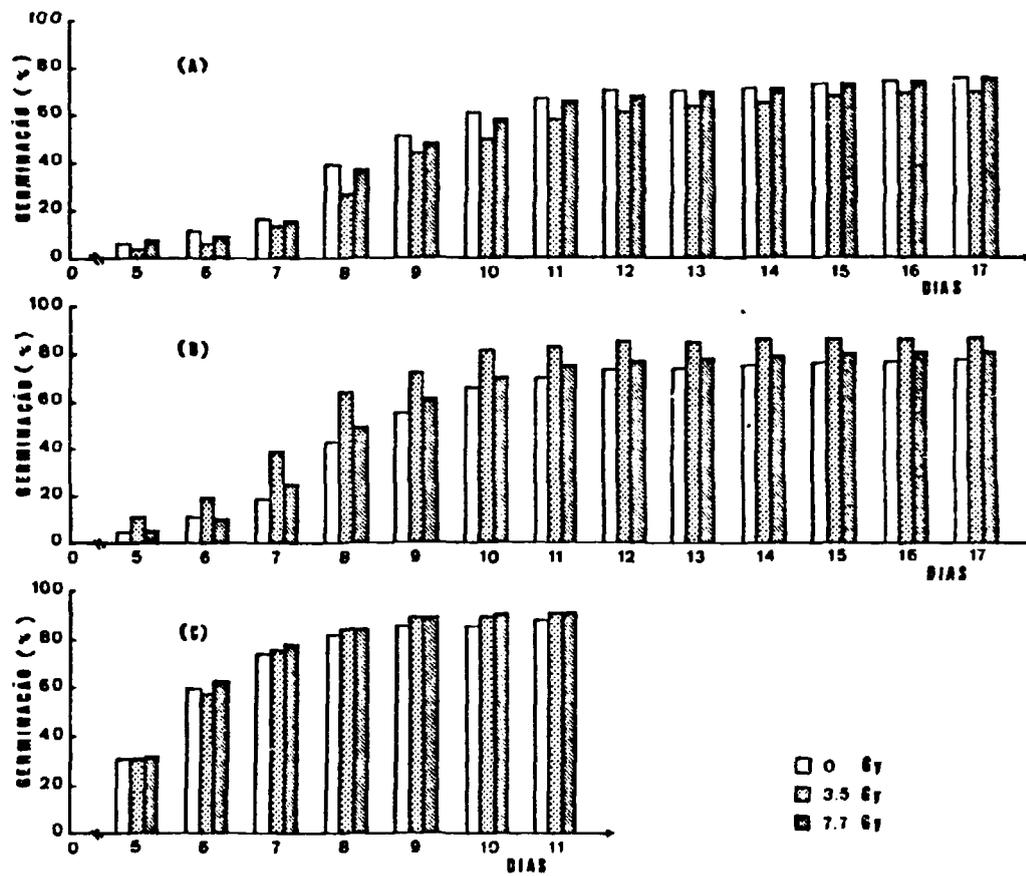


FIGURA 2: Germinação de sementes de arroz irradiadas com 0, 3,5 e 7,7 Gy e armazenadas durante 1 (A), 6 (B) e 14 (C) dias após a irradiação.

A. Médias das variáveis em relação ao período de armazenamento e à dose							B. Análise de variância segundo		
Período de Armazenamento							Teste F, para Dose e interação		
Dose (Gy)	1 dia		6 dias		14 dias		Fonte de Variação	Graus de Liberdade	F
	Média	Desvio Padrão	Média	Desvio Padrão	Média	Desvio Padrão			
1. Peso úmido total (cotilédones + eixo embrionário) (mg)									
0	450,34	38,80	534,37	15,43	584,38	30,45	Dose	2	0,35*
3,5	474,62	28,72	536,40	6,73	598,66	23,55	P A x Dose	4	0,15*
7,7	482,79	22,87	535,72	13,33	590,46	18,42	Réplicas	3	
2. Peso seco total (cotilédones + eixo embrionário) (mg)									
0	168,55	1,89	174,97	2,46	173,55	2,70	Dose	2	0,48*
3,5	172,76	3,56	173,96	2,06	175,01	1,80	P A x Dose	4	0,50*
7,7	170,81	2,64	174,09	3,30	174,48	1,80	Réplicas	3	
3. Peso úmido dos cotilédones (mg)									
0	334,62	5,30	363,17	7,41	341,85	7,65	Dose	2	0,79*
3,5	342,03	1,80	363,95	4,84	345,82	3,32	P A x Dose	4	0,18*
7,7	337,80	2,26	363,20	4,43	342,38	8,35	Réplicas	3	
4. Peso seco dos cotilédones (mg)									
0	153,78	2,51	156,84	2,50	147,82	3,54	Dose	2	0,13*
3,5	157,56	4,59	155,19	2,09	149,32	2,43	P A x Dose	4	0,20*
7,7	155,14	3,50	155,35	3,36	148,61	4,00	Réplicas	3	
5. Peso úmido do eixo embrionário (mg)									
0	115,72	34,92	171,20	10,50	242,53	29,86	Dose	2	0,24*
3,5	132,59	27,50	172,45	7,67	252,84	26,59	P A x Dose	4	0,12*
7,7	144,99	21,54	172,52	10,82	248,08	24,84	Réplicas	3	
6. Peso seco do eixo embrionário (mg)									
0	14,77	0,82	18,13	0,59	25,73	2,66	Dose	2	0,10*
3,5	15,20	1,10	18,67	0,78	25,69	2,03	P A x Dose	4	0,02*
7,7	15,67	1,14	18,74	0,60	25,87	2,80	Réplicas	3	

\* Os valores de p referentes aos valores de F não foram estatisticamente significativos a nível de 5% ( $p < 0,05$ )

>5% ( $p < 0,05$ )

... não foram estatisticamente significativos a nível de

TABELA II: Parâmetros observados em plântulas de arroz

A. Médias das variáveis em relação ao período de armazenamento e à dose							B. Análise de variância segundo Teste F, para Dose e interação Período de Armazenamento x Dose		
Período de armazenamento							Fonte de Variação	Graus de Liberdade	F
Dose (Gy)	1 dia		6 dias		14 dias				
	Média	Desvio Padrão	Média	Desvio Padrão	Média	Desvio Padrão			
1. Peso úmido total (cotilédone + eixo embrionário) (mg)									
0	59,29	0,77	56,08	3,29	57,86	1,65	Dose	2	0,47 <sup>+</sup>
3,5	59,44	2,89	57,78	0,54	57,38	2,47	P A x Dose	4	1,15 <sup>+</sup>
7,7	58,99	1,31	55,43	4,13	58,37	1,13	Réplicas	3	
2. Peso seco total (cotilédone + eixo embrionário) (mg)									
0	28,13	0,23	27,38*	-	28,61	0,23	Dose	2	0,32 <sup>+</sup>
3,5	28,03	1,63	27,53**	0,04	28,88	0,45	P A x Dose	4	0,22 <sup>+</sup>
7,7	27,91	0,21	27,44*	-	28,68	0,19	Réplicas	3	
3. Peso úmido do cotilédone (mg)									
0	39,72	0,35	38,39	2,56	39,51	0,58	Dose	2	2,01 <sup>+</sup>
3,5	40,30	1,85	39,70	0,17	39,75	0,38	P A x Dose	4	0,36 <sup>+</sup>
7,7	39,67	0,38	38,33	2,41	39,44	0,63	Réplicas	3	
4. Peso seco do cotilédone (mg)									
0	24,44	0,33	23,87*	-	25,39	0,23	Dose	2	0,37 <sup>+</sup>
3,5	24,28	1,53	24,16**	0,11	25,63	0,49	P A x Dose	4	0,29 <sup>+</sup>
7,7	24,10	0,26	23,95*	-	25,31	0,21	Réplicas	3	
5. Peso úmido do eixo embrionário (mg)									
0	19,57	0,50	17,69	0,94	18,35	1,19	Dose	2	0,25 <sup>+</sup>
3,5	19,14	1,10	18,08	0,65	17,63	2,34	P A x Dose	4	1,68 <sup>+</sup>
7,7	19,32	1,27	17,10	1,84	18,93	0,61	Réplicas	3	
6. Peso seco do eixo embrionário (mg)									
0	3,69	0,19	3,51*	-	3,22	0,14	Dose	2	1,15 <sup>+</sup>
3,5	3,75	0,18	3,37**	0,16	3,25	0,08	P A x Dose	4	0,33 <sup>+</sup>
7,7	3,81	0,09	3,49*	-	3,37	0,07	Réplicas	3	

\* 1 Réplica; \*\* 2 Réplicas

+ Os valores de p referentes aos valores de F não foram estatisticamente significativos a nível de 5% (p &lt; 0,05)

Apesar de que poucos pesquisadores tivessem dado importância ao período de armazenamento das sementes entre a irradiação e a sementeira, para algumas variedades de plantas, esse fator pode ser importante para uma maior produção final. DEGNER e SCHACHT (1977) descobriram que sementes de milho irradiadas com 50 e 200 rad apresentavam maior produção quando armazenadas por uma semana após a irradiação. Na literatura também são mencionados resultados obtidos em um experimento com irradiação de sementes de linho mostrando aumento da altura de plântulas quando o período de armazenamento foi de 3 semanas, com uma exposição de 500 R. Uma outra variedade de linho, irradiada com 5000 R, apresentou o mesmo efeito com 6 semanas de armazenamento (SPARROW, 1966).

O resultado obtido na pesquisa feita com as sementes de arroz, irradiadas com 3,5 Gy e armazenadas por 6 dias, indicou que a radiação poderia ser utilizada em sementes que demoram para germinar, diminuindo dessa forma o tempo de exposição das sementes sob o solo aos ataques de micro e macroorganismos nocivos. O aumento do peso úmido total das plântulas de feijão poderia ser indicativo de que houve um estímulo no consumo de água pelo eixo embrionário.

### 3.2. IRRADIAÇÃO DE SEMENTES DE FEIJÃO - ANÁLISE DE DIVERSOS PARÂMETROS

#### 3.2.1. Experimento I

A Figura 3 fornece a porcentagem de germinação das sementes de feijão, sendo possível observar que com a dose de 0,5 Gy o número de sementes germinadas no início foi menor, indicando que houve um pequeno atraso no processo germinativo.

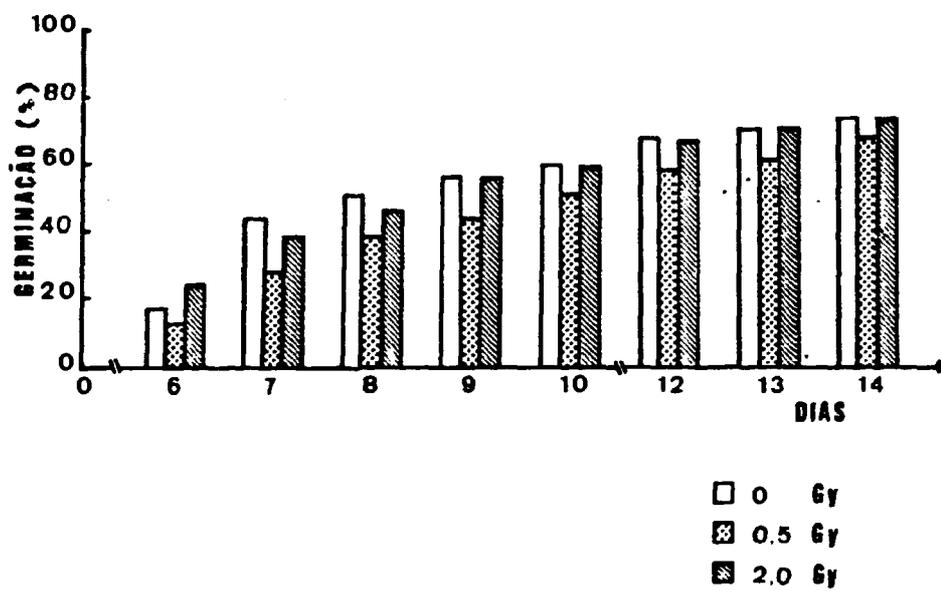


FIGURA 3 : Germinação de sementes de feijão irradiadas com 0, 0,5 e 2,0 Gy.

A Tabela III mostra os parâmetros medidos nas plantas jovens. As diferenças entre os valores obtidos para as três doses de radiação não foram estatisticamente diferentes para nenhuma das variáveis analisadas: pesos úmido e seco total, pesos úmido e seco das folhas primárias, pesos úmido e seco dos limbos, área das folhas primárias, quantidades de matéria úmida e seca por área foliar, altura da planta, comprimentos do epicótilo e do hipocótilo e altura da inserção das folhas primárias.

### 3.2.2. Experimento II

A Figura 4 apresenta as curvas de crescimento das plantas de feijão irradiadas com 0, 0,5 e 2,0 Gy. As três curvas quase coincidem, não havendo influência aparente da radiação gama.

Na Tabela IV estão as médias e os valores de F dos parâmetros observados no experimento com vasos, cujas plantas foram acompanhadas até o seu desenvolvimento total. O pequeno aumento verificado no número de sementes/planta obtido com 2,0 Gy não chegou a ser estatisticamente significativo.

As observações durante a germinação, crescimento inicial das plantas e até o seu desenvolvimento total teve como objetivo tentar relacionar os efeitos iniciais causados pelas radiações com os efeitos na produção final das plantas. Isso possibilitaria determinar com maior rapidez as doses estimulantes, sem ter que se esperar até que a planta se desenvolvesse completamente. Trabalhos publicados nesse sentido são escassos, mas SIDRAK e SUESS (1973) ao irradiarem sementes de tomate obtiveram aumentos do consumo de oxigênio durante a germinação e do peso seco de plantas jovens, em geral relacionados com os pesos dos frutos. Por outro lado, DEGNER e SCHACHT (1984) concluíram que era impossível determinar com ensaios de germinação se a produção final seria aumenta-

TABELA III:

Parâmetros observados na parte aérea de plantas jovens de feijão

Variável	Dose (Gy)	Média	Desvio Padrão	F
1. Peso úmido total (caule + folhas) (mg)	0	2672,7	650,7	0,36*
	0,5	2863,1	849,0	
	2,0	2887,6	709,3	
2. Peso seco total (caule + folhas) (mg)	0	249,9	72,9	0,97*
	0,5	286,7	99,7	
	2,0	289,4	84,5	
3. Peso úmido das folhas primárias (mg)	0	1720,3	391,4	0,41*
	0,5	1810,8	422,4	
	2,0	1817,6	369,7	
4. Peso seco das folhas primárias (mg)	0	163,6	39,9	1,32*
	0,5	184,4	49,4	
	2,0	184,1	43,1	
5. Peso úmido dos limbos das folhas primárias (mg)	0	1318,9	307,3	0,53*
	0,5	1390,4	323,7	
	2,0	1392,2	281,8	
6. Peso seco dos limbos das folhas primárias (mg)	0	140,3	34,5	1,43*
	0,5	159,4	43,7	
	2,0	158,1	37,5	
7. Área das folhas primárias (cm <sup>2</sup> )	0	59,0	10,3	0,86*
	0,5	59,7	11,3	
	2,0	61,3	10,2	
8. Quantidade de matéria úmida por área foliar (mg/cm <sup>2</sup> )	0	22,2	2,5	0,41*
	0,5	23,2	1,9	
	2,0	22,6	1,9	
9. Quantidade de matéria seca por área foliar (mg/cm <sup>2</sup> )	0	2,4	0,3	1,71*
	0,5	2,6	0,4	
	2,0	2,6	0,3	
10. Altura da planta (cm)	0	8,6	0,9	0,15*
	0,5	8,6	1,2	
	2,0	8,7	1,0	
11. Comprimento do epicótilo (cm)	0	3,1	0,6	0,10*
	0,5	3,0	0,4	
	2,0	3,0	0,4	
12. Comprimento do hipocótilo (cm)	0	5,5	0,8	0,16*
	0,5	5,5	1,2	
	2,0	5,7	1,0	
13. Altura da inserção das folhas primárias (cm)	0	7,4	0,8	0,86*
	0,5	7,2	0,8	
	2,0	7,3	0,8	

\* Os valores de p referentes aos valores de F não foram estatisticamente significativos a nível de 5% ( $p < 0,05$ )

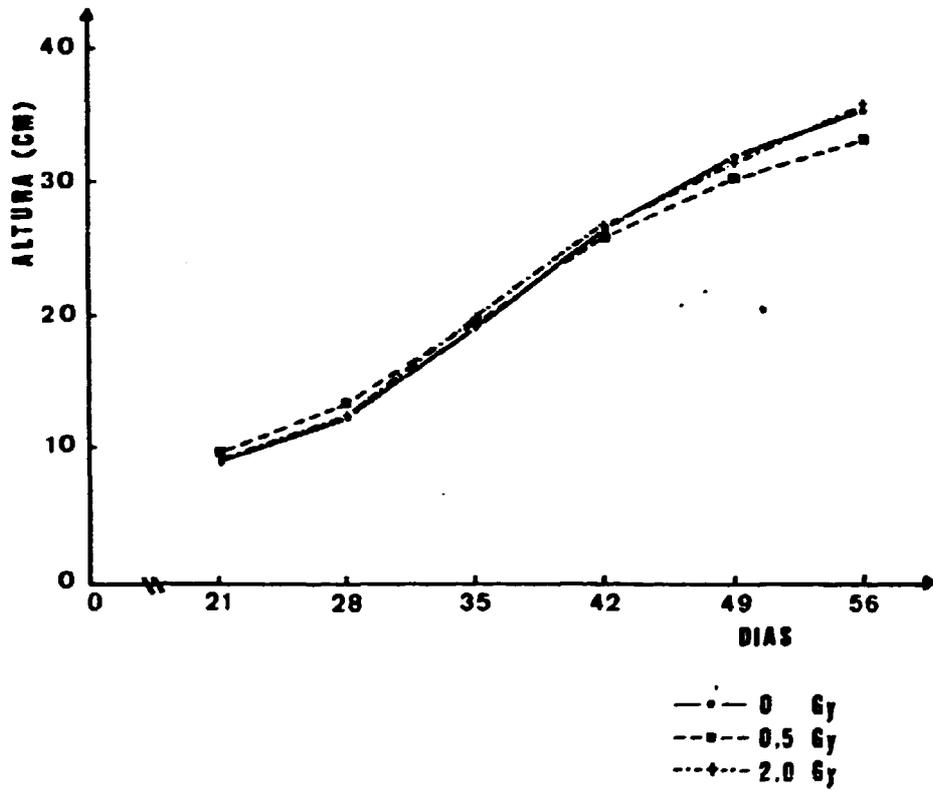


FIGURA 4: Curva de crescimento das plantas de feijão provenientes de sementes irradiadas com 0, 0,5 e 2,0 Gy.

TABELA IV : Parâmetros observados em plantas de feijão

Variável	Dose (Gy)	Média	Desvio Padrão	F
1. Número de nós	0	8,6	1,7	0,26*
	0,5	8,8	2,1	
	2,0	8,8	2,4	
2. Número de folhas	0	15,8	5,1	0,91*
	0,5	17,3	4,9	
	2,0	16,3	4,7	
3. Número de flores	0	11,2	4,7	1,06*
	0,5	12,2	5,2	
	2,0	13,4	7,6	
4. Número de vagens	0	4,8	2,4	1,02*
	0,5	5,3	2,6	
	2,0	6,7	4,9	
5. Número de sementes por planta	0	21,3	10,7	0,48*
	0,5	22,5	11,3	
	2,0	30,4	24,3	

\* Os valores de p referentes aos valores de F não foram estatisticamente significativos a nível de 5% (p = 0,05)

da no caso de milho, trigo, cevada, aveia, centeio, tremço, colza e nabo.

Esses resultados não permitiram averiguar a existência dessa alteração na variedade de feijão carioca, uma vez que as doses de radiação não causaram alterações significativas.

### 3.3. IRRADIAÇÃO DE SEMENTES DE RABANETE COM DIFERENTES DOSES E TAXAS DE DOSE

A Figura 5 apresenta a germinação das sementes de rabanete, sendo possível observar que em todas as taxas de dose os grupos irradiados tiveram menor número de sementes germinadas durante todo o processo germinativo.

A Tabela V contém os parâmetros medidos nas plantas de rabanete. A média foi calculada considerando somente as doses de radiação, uma vez que não foi observada qualquer alteração por causa das taxas de dose. Os pesos úmido e seco das folhas de plantas jovens originadas de sementes irradiadas foram sempre inferiores aos da testemunha, mas as medidas feitas nas raízes não apresentaram alterações por causa da irradiação das sementes. As diferenças obtidas nos pesos das plantas jovens não foram estatisticamente significativas e não houve efeito da taxa de dose, segundo a análise de variância.

Os resultados deste trabalho não estão de acordo com os encontrados por PAL et alii (1976) que obtiveram estímulo ao irradiarem sementes de rabanete com 1000 e 3000 rad (450 rad/h). Essa discrepância poderia ser consequência de que a variedade de rabanete utilizada não foi a mesma, além de outros fatores como local e técnica de cultivo.

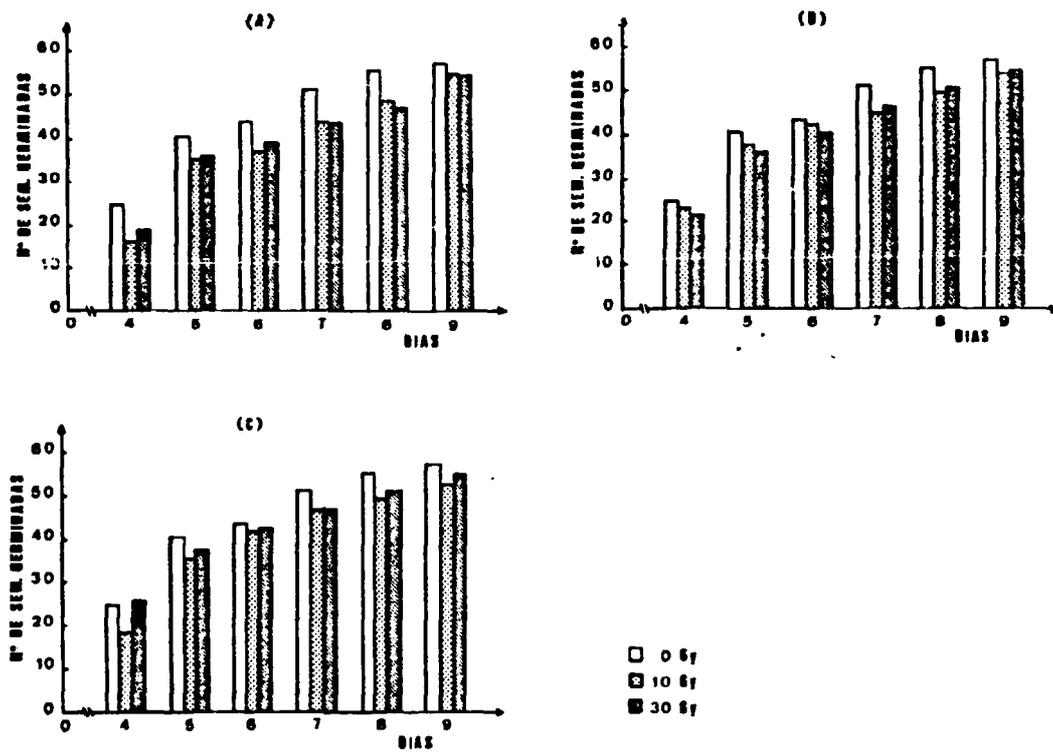


FIGURA 5: Germinação de sementes de rabanete irradiadas com 0, 10 e 30 Gy e taxas de dose de 4,5 (A), 22,5 (B) e 45,0 Gy/h (C).

TABELA V : Parâmetros observados em plantas de rabanete

37.

A. Médias das variáveis em função das doses de radiação			B. Análise de variância segundo Teste F, para Dose e Dose dentro da Taxa de Dose.		
Dose (Gy)	Média	Desvio Padrão	Fonte de Variação	Graus de Liberdade	F
1. Peso úmido das folhas de plantas jovens (mg)					
0	760,23	272,55	Dose	2	1,36*
10	533,18	112,78	Dose (Taxa)	4	0,22*
30	498,76	155,42	Réplicas	3	
2. Peso seco das folhas de plantas jovens (mg)					
0	62,88	21,31	Dose	2	1,13*
10	44,10	9,14	Dose (Taxa)	4	0,18*
30	41,74	13,23	Réplicas	3	
3. Peso da raiz (g)					
0	34,12	3,78	Dose	2	0,20*
10	34,49	6,29	Dose (Taxa)	4	0,17*
30	32,41	5,98	Réplicas	3	
4. Volume da raiz (cm <sup>3</sup> )					
0	36,25	5,56	Dose	2	0,20*
10	36,50	6,47	Dose (Taxa)	4	0,14*
30	34,33	6,80	Réplicas	3	
5. Diâmetro médio da raiz (cm)					
0	2,05	0,17	Dose	2	0,46*
10	1,96	0,18	Dose (Taxa)	4	0,25*
30	1,92	0,15	Réplicas	3	
6. Comprimento da raiz (cm)					
0	19,10	1,85	Dose	2	0,04*
10	19,68	1,51	Dose (Taxa)	4	0,13*
30	19,58	1,62	Réplicas	3	
7. Quantidade de glicose livre solúvel em água na raiz (mg/g de raiz)					
0	10,93	2,26	Dose	2	0,12*
10	9,53	2,61	Dose (Taxa)	4	0,31*
30	9,43	2,59	Réplicas	3	

\* Os valores de p referentes aos valores de F não foram estatisticamente significativos a nível de 5% ( $p < 0,05$ )

## 1. CONCLUSÕES

1. A dose de 3,5 Gy e o período de armazenamento das sementes após a irradiação tiveram ligeira influência sobre a germinação das sementes de arroz IAC-25, acelerando o processo germinativo quando armazenadas por 6 dias e atrasando, quando armazenadas por 1 dia, sem que houvesse modificações na porcentagem final de germinação e nos pesos úmido e seco das plântulas.

2. As doses de 3,5 e 7,7 Gy aumentaram o peso úmido das plântulas de feijão carioca, sem que fosse possível prever esse aumento durante a germinação.

3. As doses de 0,5 e 2,0 Gy não causaram modificações na germinação final das sementes, no crescimento em altura e no desenvolvimento final das plantas de feijão carioca.

4. As doses de 10 e 30 Gy não favoreceram a germinação das sementes e os pesos úmido e seco das folhas de plantas jovens de rabanete comprido vermelho e não alteraram o desenvolvimento das raízes.

5. No rabanete não houve efeito da taxa de dose na germinação e no desenvolvimento das plantas com 10 e 30 Gy.

6. Uma vez que dependendo da variedade da planta as doses estimulantes podem ser diferentes, torna-se necessário realizar estudos abrangendo maior número de doses para se obter uma curva dose-resposta completa para baixas doses de radiação. Além disso, o aumento real da produção de uma cultura só poderá ser observado com experimentos em grande escala.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. BABOTH, E. Effects of seed irradiation on the early development and mitochondrial RNA synthesis of "Impala" barley. Stimul. Newsl., 7: 1-5, 1975.
2. BARK AHMED, M.; ASHOUR, N.I.; EL-BASYOUNI, S.Z.; SAYED, A.M. Response of the photosynthetic apparatus of corn (Zea mays) to pre-sowing seed treatment with gamma rays and ammonium molybdate. Environ. Exp. Bot., 16: 217-22, 1976.
3. BHATTACHARYA, S. & JOSHI, R.K. Factors modifying radiation induced stimulation in plants: pre-irradiation seed moisture content. Radiat. Environ. Biophys., 14: 47-51, 1977.
4. BORS, J. & FENDRIK, J. Effects of irradiation on spring barley and sugar beet. Stimul. Newsl., 8: 43-7, 1975.
5. BOTTINO, P.J.; SPARROW, A.H.; SCHWEMMER, S.S.; THOMPSON, K.H. Interrelation of exposure and exposure rate in germinating seeds of barley and its concurrence with dose-rate theory. Radiat. bot., 15: 17-27, 1975.
6. BURTON, G.W.; MONSON, W.G.; HANNA, W.W.; CONSTANTIN, M.J. Silage production and quality of pearl millet, sorghum and hybrids grown from seed exposed to low doses of gama rays. Radiat. Bot., 15: 33-8, 1975.
7. BURTON, G.W.; POWELL, J.B.; CONSTANTIN, M.J. Forage production of pearl millet hybrids grown from seed exposed to low doses of gamma rays. Radiat. Bot., 11: 447-51, 1971.
8. DAVIES, C.R. Effects of gamma irradiation on growth and yield of agricultural crops-I. Spring sown wheat. Radiat Bot., 8: 17-30, 1968.

9. DAVIES, C.R. Effects of gamma irradiation on growth and yield of agricultural crops-II. Spring sown barley and other cereals. Radiat. Bot., 10: 19-27, 1970.
10. DAVIES, C.R. Effects of gamma irradiation on growth and yield of agricultural crops-III. Toot crops, legumes and grasses. Radiat. Bot., 13: 127-36, 1973.
11. DEGNER, W. & SCHACHT, W. Untersuchungen über spezifische Wirkungen kleiner Dosen ionisierender Strahlungen auf Saatgut von Kulturpflanzen. I. Mitteilung: Mehjährige Parzellenversuche zur Bestimmung der stimulierenden Wirkung kleiner Dosen <sup>60</sup>Co-Gamma-Strahlung auf die Ertragsleistung von Silomais. Radiobiol. Radiother., 15(6): 661-7, 1974.
12. DEGNER, W. & SCHACHT, W. Untersuchungen über die spezifische Wirkung kleiner Dosen ionisierender Strahlungen auf Saatgut von Kulturpflanzen. II. Mitteilung: Funfjährige Produktionsversuche mit <sup>60</sup>Co-Gamma-bestrahltem Silomaissaatgut. Radiobiol. Radiother., 16(1): 37-49, 1975.
13. DEGNER, W. & SCHACHT, W. Untersuchungen über die spezifische Wirkung kleiner Dosen ionisierender Strahlung auf Saatgut von Kulturpflanzen. IV. Mitteilung: Einfluß der Lagerungszeit von <sup>60</sup>Co-Gamma-bestrahltem Silomaissaatgut auf den Mehrertrag. Radiobiol. Radiother., 18(3): 357-64, 1977.
14. DEGNER, W. & SCHACHT, W. Untersuchungen über die spezifische Wirkung kleiner Dosen ionisierender Strahlung auf Saatgut von Kulturpflanzen. VI. Mitteilung: Produktionsversuche zur praktischen Erprobung der fahrbaren Saatgutbestrahlungsanlage "Kolos" unter den Produktionsbedingungen der Deutschen Demokratischen Republik. Radiobiol. Radiother., 22(3): 341-53, 1981.

15. DEGNER, W. & SCHACHT, W. Untersuchungen über die spezifische Wirkung kleiner Dosen ionisierender Strahlung auf Saatgut von Kulturpflanzen. VII. Mitteilung: Untersuchungen über Keimungsverlauf und Ertragsbildung bei gamma-bestrahltem Saatgut verschiedener Kulturarten. Radiobiol. Radiother., 25(1): 83-92, 1984.
16. DEGNER W.; SCHACHT, W.; KNUPFER, H. Untersuchungen über die spezifische Wirkung kleiner Dosen ionisierender Strahlungen auf Saatgut von Kulturpflanzen. III. Mitteilung: Untersuchungen über den Einfluß von Energiedosis und Energiedosisleistung auf den Grünmasse-, Trockenmasse - und Rohproteinерtrag von Silomais aus  $^{60}\text{Co}$ -Gamma-bestrahltem Saatgut. Radiobiol. Radiother., 16(6): 705-10, 1975 .
17. ERICKSON, P.J.; KIRKHAM, M.B.; ADJEI, G.B. Water relations, growth and yield of tall and short wheat cultivars irradiated with X-rays. Environ. Exp. Bot., 19: 349-56, 1979.
18. FISCHNICH, O.; PATZOLD, C.; HEILINGER, F. Influence of low doses of irradiation (X-rays and gamma rays of Cobalt-60) on potato seed. In: INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY & FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION. Effects of ionizing radiations on seeds and their significance for crop improvement: proceedings of the symposium... held in Karlsruhe, 8-12 Aug. 1960. Vienna, 1961. p. 553-64.
19. FLAIG, W. & SCHMID, G. Comparison of the effect of chemical compounds and low doses of radiation on plant metabolism In: INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY. Effects of low doses of radiation on crop plants. Vienna, 1966. p. 26-38. (Technical reports series, 64).

20. FOWLER, D.B. & MAC QUEEN, K.F. Effects of low doses of gamma radiation on yield and other agronomic characters of spring wheat (Triticum aestivum). Radiat. Bot., 12: 349-53, 1972.
21. GARG, O.K.; TIWARI, B.; SINGH, O. Effect of pre-sowing gamma-irradiated seeds in relation to the germination behaviour of India colza (Brassica campestris L., var. sarson Prain). Indian J. Agric. Sci., 42(7): 553-6, 1972.
22. GUDKOV, I.N. Acceleration of mitotic cycle in meristem cells of seedlings roots by gamma irradiation of pea and maize seeds at stimulating doses. Stimul. Newsl., 9: 8-12, 1976.
23. IQBAL, J. & ZAHUR, M.S. Effects of acute gamma irradiation and developmental stages on growth and yield of rice plants. Radiat. Bot., 15: 231-40, 1975.
24. JOSEPH, B.; GAUR, B.K.; CHADHA, M.S.; PTANKAR, A.V. Stimulation of growth in Ocimum kilimandscharicum by low-dose X-irradiation. Aust. J. Biol. Sci., 26: 349-55, 1973.
25. JOSHI, R.K.; BHATTACHARYA, S.; FENDRIK, I. Effect of low doses of X-rays on grain and straw yield of Setaria italica. Stimul. Newsl., 9: 13-6, 1976.
26. KAUL, B.L.; SINGH, C.; BHAN, A.K. Radiation stimulation of growth and metabolism in Datura metel L. Stimul. Newsl., 9: 17-26, 1976.
27. KILLION, D.D. & CONSTANTIN, M.J. Acute gamma irradiation on the wheat plant: effects of exposure, exposure rate and developmental stage on survival, height and grain yield. Radiat. Bot., 11: 367-73, 1971.

28. KILLION, D.D. & CONSTANTIN, M.J. Gamma irradiation of corn plants: effects of exposure, exposure rate and developmental stage on survival height and grain yield of two cultivars. Radiat. Bot., 12: 159-64, 1972.
29. KILLION, D.D.; CONSTANTIN, M.J.; SIEMER, E.G. Acute gamma irradiation on the soybean plant: effects of exposure, exposure rate and developmental stage on growth and yield. Radiat. Bot., 11: 225-32, 1971.
30. KRONENBERG, S.; LUX, R.; NILSON, K. Relative biological effectiveness of X-rays delivered at very high dose rates to radish seeds (Raphanus sativus). Radiat. Bot., 47: 589-97, 1971.
31. KUZIN, A.M.; KOPYLOV, V.A.; VAGABOVA, M.E. On the role played by radiotoxins in stimulation of the growth and development of irradiated seeds. Stimul. Newsl., 9: 27-31, 1976.
32. LUCKEY, T.D. Hormesis with ionizing radiation. Boca Raton, CRC Press, 1980.
33. MANDELS, M.; ANDREOTTI, R.; ROCHE, C. Measurement of saccharifying cellulase. Biotechnol. Bioeng. Symp., 6: 21-33, 1976.
34. MARCOS F9, J.; BRAGANTINI, C.; SANTOS, F.D.P. Comportamento de sementes de arroz (Oryza sativa L.) submetidas a radiações gama. Piracicaba, Centro de Energia Nuclear na Agricultura, nov. 1972. (Boletim científico, BC-007)
35. MUJEEB, K.A. Gamma radiation effects on Phaseolus vulgaris L. and seed radiosensitivity determinations for other species. Manhattan, 1970. (Ph. D. Thesis, Kansas State University of Agriculture and Applied Science)

36. NIRALE, A.S. & GAUR, B.K. Stimulation of primary leaves following X-irradiation of kidney bean seedling. Stimul. Newsl., 9: 32-8, 1976.
37. PÁL, I. & SIMON, E. Investigations on the influence of the pre-sowing gamma irradiation ( $^{60}\text{Co}$ ) on bean plants (Phaseolus vulgaris). Stimul. Newsl., 9: 46-57, 1976.
38. PÁL, I. PANNONHALMI, K.,; MAUL, F. Report on the red radish phytotron experiments coordinated by ESNA at Godolo, Hungary. Stimul. Newsl., 9: 39-45, 1976.
39. SAX, K. The stimulation of plant growth by ionizing radiation. Radiat. Bot., 3: 179-86, 1963.
40. SHAMSI, S.R.A. & SOFAJY, S.A. Effects of low doses of gamma radiation on the growth and yield of two cultivars of broad bean. Environ. Exp. Bot., 20: 87-94, 1980.
41. SIDRAK, G.H. & SUESS, A. Effects of low doses of gamma radiation on the growth and yield of two varieties of tomato. Radiat. Bot., 13: 309-14, 1973
42. SIMONIS, W. Physiological problems related to the effects of small doses of radiation on plants. In: INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY. Effects of low doses of radiation on crop plants. Vienna, 1966. p. 39-46. (Technical reports series, 64).
43. SKOK, J.; CHORNEY, W.; RAKOSNIK JR. E.J. An examination of stimulatory effects of ionizing radiation in plants. Radiat. Bot., 5: 281-92, 1965.
44. SPARROW, A.H. Plant growth stimulation by ionizing radiation. In: INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY. Effects of low doses of radiation on crop plants. Vienna, 1966 pg. 12-5 (Technical reports series, 64).

45. SUSS, A. Effect of low doses of seed irradiation on plant growth. In: INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY. Effects of low doses of radiation on crop plant. Vienna, 1966. p. 1-11. (Technical reports series, 64).
46. TAVČAR, A. Stimulating effects of low doses of radiation. In: INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY. Effects of low doses of radiation on crop plants. Vienna, 1966. p. 16-25 (Technical reports series, 64).
47. THAUNG, M.M. Stimulating effects of nuclear radiations on development and productivity of rice plants. Nature, 186: 982-3, 1960.
48. VENDRAMIM, J.D. & ANDO, A. Influência do teor de umidade na radiosensitividade em sementes de feijão (Phaseolus vulgaris L.) Piracicaba, Centro de Energia Nuclear na Agricultura, set. 1975. (Boletim científico BC-037).

## **6. A P Ê N D I C E**

As tabelas dos dados originais se encontram neste apêndice.

ABELA 1 : Número de sementes de feijão germinadas após serem irradiadas com 0, 3,5 e 7,7 Gy (32 Gy/h) e armazenadas durante 1, 6 e 14 dias.

Ser. rm.	Dose (Gy)	Amos- tra	Dia após embebição das sementes					
			3	4	5	6	7	8
1	0	1	66	73	84	96	96	99
1	0	2	74	81	89	92	92	92
1	0	3	66	76	84	90	91	93
1	0	4	81	89	94	94	94	94
1	3,5	1	57	64	76	92	93	95
1	3,5	2	74	84	94	95	96	96
1	3,5	3	90	94	94	94	94	94
1	3,5	4	78	85	92	92	92	92
1	7,7	1	64	68	78	89	94	94
1	7,7	2	72	79	87	92	98	98
1	7,7	3	79	86	95	97	97	97
1	7,7	4	72	85	93	93	93	93
6	0	1	23	69	87	92	93	94
6	0	2	17	70	84	92	92	92
6	0	3	19	68	88	91	92	92
6	0	4	19	81	92	94	95	95
6	3,5	1	18	68	86	91	91	91
6	3,5	2	21	69	89	92	94	94
6	3,5	3	32	71	86	91	92	92
6	3,5	4	25	69	86	88	88	88
6	7,7	1	22	69	88	92	95	95
6	7,7	2	26	69	87	94	95	95
6	7,7	3	24	76	93	95	96	96
6	7,7	4	19	64	88	92	93	93
14	0	1	49	90	96	100		
14	0	2	68	93	97	97		
14	0	3	63	88	98	98		
14	0	4	58	83	89	89		
14	3,5	1	56	87	93	96		
14	3,5	2	65	86	89	91		
14	3,5	3	56	81	91	93		
14	3,5	4	80	91	95	95		
14	7,7	1	41	88	97	99		
14	7,7	2	70	89	97	97		
14	7,7	3	57	85	91	95		
14	7,7	4	76	91	95	95		

ELA 2 : Número de sementes de arroz germinadas após serem irradiadas com 0, 3,5 e 7,7 Gy (32 Gy/h) e armazenadas durante 1, 6 e 14 dias.

n-

Dose (Gy)	Amostra	Dia após embebição das sementes													
		5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	
0	1	7	8	10	22	30	44	51	57	58	58	64	65	65	4 4 0 0
0	2	6	11	20	52	60	72	77	77	77	77	77	77	77	
0	3	5	10	15	41	55	68	71	72	74	74	74	76	77	
0	4	6	15	20	41	57	61	69	72	72	74	77	77	79	
3,5	1	0	0	6	14	33	42	51	55	58	62	68	70	72	7 0 2 2
3,5	2	5	5	15	46	60	63	69	72	72	73	74	74	74	
3,5	3	6	12	15	29	45	52	62	63	69	69	70	70	71	
3,5	4	4	7	14	20	36	42	51	55	56	57	60	60	60	
7,7	1	9	12	19	51	62	71	79	80	82	83	84	84	84	9 2 1 5
7,7	2	8	8	17	35	46	55	64	66	69	73	77	78	78	
7,7	3	7	9	13	30	46	57	63	65	65	65	65	65	66	
7,7	4	5	5	11	30	38	49	57	62	62	64	67	67	72	
0	1	6	10	21	53	67	76	79	80	80	83	83	83	84	4 0 5 4
0	2	5	12	16	37	49	62	64	68	71	71	71	71	72	
0	3	4	12	19	39	44	53	62	65	66	66	69	69	71	
0	4	5	8	19	41	59	74	76	80	80	81	81	81	82	
3,5	1	9	23	49	78	83	89	89	91	91	91	91	91	91	2 1 2 4
3,5	2	13	19	34	62	72	83	85	87	87	87	87	87	87	
3,5	3	14	22	43	66	74	82	82	83	84	84	84	84	84	
3,5	4	9	13	28	48	57	72	74	78	79	80	80	80	82	
7,7	1	10	19	39	57	68	80	80	81	81	81	82	82	83	3 2 2 2
7,7	2	4	7	21	47	60	70	76	80	81	81	81	82	82	
7,7	3	4	8	28	52	62	66	72	72	73	73	74	74	74	
7,7	4	1	5	13	41	55	64	71	74	78	81	81	81	81	
0	1	29	53	69	77	82	82	83	83	83	84				0 0 0 0
0	2	36	58	74	86	90	91	92	92	92	92				
0	3	34	75	87	90	92	92	93	93	93	93				
0	4	24	55	66	75	80	80	84	85	85	85				
3,5	1	41	63	76	85	93	93	93	93	93	93				0 0 0 0
3,5	2	33	65	80	88	92	92	92	92	92	92				
3,5	3	31	55	81	89	93	93	93	93	93	93				
3,5	4	20	49	66	78	82	83	84	84	84	84				
7,7	1	37	67	82	89	94	96	96	96	96	96				0 0 0 0
7,7	2	34	64	79	84	89	91	91	91	91	91				
7,7	3	32	64	82	84	89	89	89	89	89	89				
7,7	4	24	56	70	83	88	88	89	90	90	90				

ero inicial de sementes por amostra : 100

TABELA 3 : Pesos úmido e seco de plântulas de feijão provenientes de sementes irradiadas com 0, 3,5 e 7,7 Gy (32 Gy/h) e armazenadas durante 1, 6 e 14 dias.

Per. arm.	Dose (Gy)	Amos- tra	A	B	C	D	E	F
1	0	1	418,89	171,26	327,11	157,52	91,78	13,74
1	0	2	473,80	167,75	336,85	152,21	136,95	15,54
1	0	3	415,96	168,27	335,16	152,97	80,80	15,30
1	0	4	492,71	166,92	339,36	152,42	153,35	14,50
1	3,5	1	438,07	176,07	339,58	162,30	98,49	13,77
1	3,5	2	480,23	169,45	341,82	153,55	146,41	15,90
1	3,5	3	467,50	175,60	343,62	160,68	123,88	14,92
1	3,5	4	504,47	169,93	343,10	153,71	161,57	16,22
1	7,7	1	452,82	173,57	336,53	158,18	116,29	15,39
1	7,7	2	498,27	167,51	336,79	150,19	161,48	17,32
1	7,7	3	477,27	170,02	336,70	155,31	140,57	14,71
1	7,7	4	502,80	170,15	341,18	156,89	161,62	15,26
6	0	1	512,60	172,59	357,05	155,15	155,55	17,44
6	0	2	542,54	173,82	365,29	155,22	177,25	18,60
6	0	3	514,80	175,15	357,59	156,50	177,21	18,65
6	0	4	547,55	178,31	372,75	160,47	174,80	17,84
6	3,5	1	534,65	174,62	370,81	157,00	163,84	17,62
6	3,5	2	528,28	173,77	359,79	154,93	168,49	18,24
6	3,5	3	538,32	175,96	361,51	156,47	176,81	19,49
6	3,5	4	544,35	171,08	363,68	152,34	180,67	18,74
6	7,7	1	525,94	176,87	364,41	158,84	161,53	18,03
6	7,7	2	531,84	176,66	362,85	157,40	168,99	19,26
6	7,7	3	529,71	170,00	357,43	151,55	172,28	18,45
6	7,7	4	555,38	172,82	368,10	153,60	187,28	19,22
14	0	1	568,84	176,18	350,08	152,88	218,76	23,30
14	0	2	549,06	169,79	334,09	146,00	214,97	23,79
14	0	3	609,00	173,78	336,73	144,87	272,27	28,91
14	0	4	610,59	174,45	346,48	147,54	264,11	26,91
14	3,5	1	585,06	175,59	348,58	151,53	236,48	24,06
14	3,5	2	577,20	176,02	348,77	151,31	228,43	24,71
14	3,5	3	630,37	176,10	342,54	147,48	287,83	28,62
14	3,5	4	602,22	172,33	343,39	146,97	258,63	25,36
14	7,7	1	582,63	177,16	353,37	153,53	229,26	23,63
14	7,7	2	573,95	173,28	341,39	148,28	232,56	25,00
14	7,7	3	616,56	173,72	333,05	143,75	283,51	29,97
14	7,7	4	588,67	173,77	341,70	148,88	246,97	24,89

A : Peso úmido total (cotilédones + eixo embrionário) (mg)

B : Peso seco total (cotilédones + eixo embrionário) (mg)

C : Peso úmido dos cotilédones (mg)

D : Peso seco dos cotilédones (mg)

E : Peso úmido do eixo embrionário (mg)

F : Peso seco do eixo embrionário (mg)

TABELA 4 : Pesos úmido e seco de plântulas de arroz provenientes de sementes irradiadas com 0, 3,5 e 7,7 Gy (32 Gy/h) e armazenadas durante 1, 6 e 14 dias.

Per. arm.	Dose (Gy)	Amos-tra	A	B	C	D	E	F
1	0	1	58,56	27,95	39,32	24,10	19,24	3,85
1	0	2	56,90	28,03	39,80	24,60	19,10	3,43
1	0	3	59,37	28,06	39,60	24,24	19,77	3,82
1	0	4	60,33	28,46	40,15	24,81	20,18	3,65
1	3,5	1	57,33	27,13	39,11	23,33	18,22	3,80
1	3,5	2	58,05	27,79	39,64	24,27	18,41	3,52
1	3,5	3	58,67	26,82	39,40	23,08	19,27	3,74
1	3,5	4	63,70	30,40	43,06	26,45	20,64	3,95
1	7,7	1	59,89	28,11	39,84	24,36	20,05	3,75
1	7,7	2	57,75	27,87	39,15	24,15	18,60	3,72
1	7,7	3	57,96	28,02	40,03	24,16	17,93	3,86
1	7,7	4	60,32	27,64	39,64	23,74	20,68	3,90
6	0	1	51,32	-	34,56	-	16,76	-
6	0	2	58,91	-	39,94	-	18,97	-
6	0	3	57,11	-	39,39	-	17,72	-
6	0	4	56,99	27,38	39,65	23,87	17,34	3,51
6	3,5	1	57,47	27,56	39,87	24,08	17,60	3,48
6	3,5	2	57,28	-	39,79	-	17,49	-
6	3,5	3	58,50	27,50	39,64	24,24	18,86	3,26
6	3,5	4	57,87	-	39,48	-	18,39	-
6	7,7	1	58,89	-	39,67	-	19,22	-
6	7,7	2	56,87	-	39,47	-	17,40	-
6	7,7	3	56,50	27,44	39,45	23,95	17,05	3,49
6	7,7	4	49,44	-	34,71	-	14,73	-
14	0	1	57,16	28,73	39,73	25,67	17,43	3,06
14	0	2	59,29	28,81	39,78	25,45	19,51	3,36
14	0	3	59,12	28,61	39,68	25,31	19,24	3,30
14	0	4	55,85	28,28	38,64	25,12	17,21	3,16
14	3,5	1	57,14	28,89	39,42	25,70	17,72	3,19
14	3,5	2	53,98	29,27	39,63	26,10	14,35	3,17
14	3,5	3	59,41	28,24	39,63	24,95	19,78	3,29
14	3,5	4	58,98	29,11	40,30	25,77	18,68	3,34
14	7,7	1	56,85	28,43	38,70	25,04	18,15	3,39
14	7,7	2	58,19	28,72	39,21	25,28	18,98	3,44
14	7,7	3	59,15	28,89	40,19	25,53	18,96	3,36
14	7,7	4	59,29	28,66	39,65	25,38	19,64	3,28

A : Peso úmido total (cotilédone + eixo embrionário) (mg)

B : Peso seco total (cotilédone + eixo embrionário) (mg)

C : Peso úmido do cotilédone (mg)

D : Peso seco do cotilédone (mg)

E : Peso úmido do eixo embrionário (mg)

F : Peso seco do eixo embrionário (mg)

TABELA 5 : Número de sementes de feijão germinadas após irradiação com 0, 0,5 e 2,0 Gy (30 Gy/h).

Dose (Gy)	Amostragem	Dia após semeadura								
		5	6	7	8	9	10	12	13	14
0	1	0	7	32	40	47	54	64	67	77
0	2	0	2	16	22	32	38	51	53	58
0	3	0	31	66	76	79	80	80	80	80
0	4	0	29	62	66	67	69	76	78	79
0,5	1	0	6	18	30	38	45	46	53	59
0,5	2	0	40	54	64	67	73	78	78	79
0,5	3	0	3	31	44	56	65	76	79	87
0,5	4	0	1	8	16	16	23	34	34	47
2,0	1	0	30	51	60	67	73	76	80	80
2,0	2	0	5	9	16	24	27	37	43	50
2,0	3	0	13	34	45	61	65	75	78	78
2,0	4	2	47	63	65	71	73	80	81	86

Número inicial de sementes por amostra : 100

TABELA 6 : Parâmetros observados na parte aérea de plantas jovens de feijão provenientes de sementes irradiadas com 0, 0,5 e 2,0 Gy (30 Gy/h) (Experimento I).

Dose (Gy)	Amostragem	Pl. n°	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	L
0	1	1	2354,0	235,2	1616,9	173,8	1209,5	149,0	2,2	6,3	7,5	8,5	67,9
0	1	2	2577,8	264,2	1723,2	179,1	1297,2	151,2	2,6	5,2	6,7	7,8	57,7
0	1	3	2483,7	246,8	1837,0	194,6	1438,0	170,8	2,3	4,5	5,9	6,6	63,5
0	1	4	2550,1	254,0	1708,1	174,0	1340,7	148,0	3,0	5,6	7,1	8,6	63,8
0	1	5	1929,9	163,3	1310,2	120,8	934,8	101,0	3,2	5,0	7,1	8,2	47,2
0	1	6	2639,3	268,6	1601,6	161,6	1264,4	140,0	2,8	5,3	6,7	8,1	61,6
0	1	7	2677,0	281,3	1709,6	180,0	1320,5	152,7	2,7	5,7	7,2	8,4	64,3
0	1	8	2254,3	239,8	1517,6	172,2	1123,0	146,3	2,8	5,8	7,7	8,6	59,5
0	1	9	2926,3	340,8	1650,9	191,1	1313,3	173,7	2,5	4,8	5,7	7,3	64,6
0	1	10	2137,5	236,8	1496,9	175,1	1153,1	152,1	3,0	4,1	6,3	7,1	56,0
0	2	1	1756,9	145,0	1154,0	108,1	905,5	96,0	4,1	4,7	6,3	8,8	47,3
0	2	2	2821,6	309,7	1777,5	200,7	1360,8	174,2	3,0	5,7	7,4	8,7	63,6
0	2	3	2482,8	220,0	1807,2	170,4	1434,6	151,4	3,2	4,5	7,2	7,7	66,4
0	2	4	1806,5	172,5	1308,5	134,9	992,0	116,6	2,8	4,3	6,6	7,1	48,1
0	2	5	1626,8	159,0	1092,2	122,2	864,8	110,2	3,5	4,7	7,7	8,2	51,3
0	2	6	2634,0	254,4	1773,7	158,2	1255,2	131,2	3,7	5,7	8,3	9,4	66,4
0	2	7	3694,6	385,1	2214,0	208,9	1795,3	178,4	4,1	6,5	8,9	10,6	79,6
0	2	8	1733,0	149,8	1138,5	109,0	886,5	95,3	3,6	5,2	8,4	8,8	42,5
0	2	9	1495,7	113,5	866,2	78,6	725,2	72,3	4,9	4,1	8,5	9,0	35,2
0	2	10	2967,2	237,5	2215,6	172,3	1682,4	145,1	2,9	4,3	6,8	7,2	61,9
0	3	1	2553,0	182,8	1745,7	130,7	1278,6	113,2	2,5	5,3	6,5	7,8	57,8
0	3	2	3653,0	286,9	2153,2	165,9	1757,0	142,4	2,6	6,2	6,8	8,8	69,3
0	3	3	3718,8	293,5	2250,4	175,5	1700,7	145,5	3,1	7,0	7,3	10,1	73,0
0	3	4	3264,8	245,2	2192,2	160,8	1710,4	138,1	2,6	5,2	6,5	7,8	59,2
0	3	5	2895,5	232,6	1661,6	127,1	1273,4	108,6	3,0	5,6	7,0	8,6	52,6
0	3	6	1806,9	138,3	1163,2	88,6	831,5	71,7	2,1	6,8	7,8	8,9	39,8
0	3	7	2990,6	227,4	2009,1	143,4	1545,4	120,5	2,7	5,5	6,5	8,2	65,3
0	3	8	2764,1	246,2	1738,5	160,8	1282,9	138,5	2,8	6,8	7,9	9,6	57,8
0	3	9	3464,2	289,2	2188,6	178,9	1613,8	147,5	2,7	6,5	7,3	9,2	67,2
0	3	10	2624,9	196,4	1737,2	135,6	1320,2	116,7	3,0	5,7	7,2	8,7	50,8
0	4	1	2646,7	277,3	1751,0	187,4	1385,4	162,7	4,6	5,4	8,8	10,0	62,2
0	4	2	1959,0	147,1	1210,7	102,5	857,1	85,5	3,8	5,6	8,8	9,4	40,5
0	4	3	3084,0	327,1	1965,3	208,8	1482,0	176,0	3,0	6,6	7,8	9,6	59,6
0	4	4	3582,5	391,6	2120,9	231,5	1669,4	205,0	3,0	4,8	6,4	7,8	67,9
0	4	5	3634,4	372,8	2115,1	217,6	1567,8	184,5	3,2	5,9	7,1	9,1	62,1
0	4	6	2266,1	234,9	1381,1	149,4	1092,8	128,9	3,4	6,1	8,0	9,5	54,7
0	4	7	2189,7	213,0	1301,9	130,8	1001,3	113,2	3,5	4,8	7,1	8,3	44,8
0	4	8	3672,9	361,7	2467,5	243,8	1908,9	211,3	3,4	6,2	8,0	9,6	79,6
0	4	9	2784,6	262,9	1773,9	167,3	1271,3	136,1	2,8	7,2	8,4	10,0	58,0
0	4	10	3831,8	392,0	2367,2	245,1	1805,4	210,3	3,1	5,5	7,1	8,6	69,9

\* Continuação da tabela na página a seguir.

Continuação da TABELA 6.

Dose (Gy)	Amostra	Pl. nº	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	L
0,5	1	1	2811,0	333,0	1742,4	212,5	1426,5	189,6	3,3	4,5	6,7	7,8	63,0
0,5	1	2	2319,5	232,6	1571,0	159,7	1205,5	135,1	2,3	5,6	6,7	7,9	55,2
0,5	1	3	3012,3	325,3	1967,9	216,5	1557,2	192,1	3,3	5,0	6,7	8,3	66,1
0,5	1	4	3813,1	412,4	2227,3	251,9	1778,8	221,6	2,8	6,0	6,9	8,8	80,3
0,5	1	5	2460,2	266,6	1604,8	181,9	1238,7	158,5	3,0	4,8	6,5	7,8	53,6
0,5	1	6	4242,0	420,3	2351,6	212,3	1861,6	180,3	3,1	6,7	7,1	9,8	75,9
0,5	1	7	3128,6	306,3	1926,3	177,3	1490,0	147,6	2,7	5,5	7,1	8,2	65,2
0,5	1	8	2098,9	195,5	1439,7	127,8	1097,7	105,5	2,9	5,4	7,3	8,3	55,1
0,5	1	9	2641,3	232,6	1827,1	153,8	1400,0	130,2	2,9	5,1	7,0	8,0	54,9
0,5	1	10	2003,9	190,0	1378,0	131,8	1063,8	111,8	3,0	5,2	7,9	8,2	48,3
0,5	2	1	3856,1	400,8	2030,3	208,9	1521,1	178,8	2,4	7,0	7,0	9,4	57,0
0,5	2	2	3587,9	407,6	2250,3	263,1	1731,2	228,3	3,2	5,0	6,7	8,2	69,2
0,5	2	3	4115,0	433,4	2212,7	232,3	1683,3	196,9	2,6	7,9	7,6	10,5	70,1
0,5	2	4	2289,4	250,8	1496,7	180,7	1130,3	156,7	3,6	6,4	9,0	10,0	55,2
0,5	2	5	3283,2	355,7	2027,9	227,8	1480,7	193,6	3,3	7,2	8,5	10,5	65,8
0,5	2	6	4016,5	407,8	2192,8	225,7	1666,5	195,4	3,4	8,0	8,5	11,4	66,2
0,5	2	7	1692,3	135,3	1133,6	103,9	909,8	89,1	3,0	4,3	7,0	7,3	37,3
0,5	2	8	4403,3	461,4	2526,8	271,6	1922,0	238,9	3,2	6,6	7,2	9,8	74,9
0,5	2	9	2188,0	251,1	1305,4	166,9	960,8	144,0	3,0	8,1	8,3	11,1	49,4
0,5	2	10	3880,0	429,6	2188,7	243,6	1623,5	212,5	2,9	5,8	6,9	8,7	67,1
0,5	3	1	3237,1	327,4	2194,7	227,2	1695,7	196,7	3,0	5,0	7,0	8,0	76,6
0,5	3	2	2248,2	172,4	1667,0	133,6	1252,8	114,7	2,7	4,4	6,9	7,1	54,3
0,5	3	3	2129,2	170,7	1489,7	127,3	1102,5	108,6	3,3	5,0	7,8	8,3	48,2
0,5	3	4	3394,4	329,3	2026,9	193,2	1550,1	167,7	3,4	6,3	8,1	9,7	66,3
0,5	3	5	1635,5	297,5	2227,2	173,7	1689,2	148,8	2,8	6,0	7,0	8,8	61,9
0,5	3	6	3120,0	269,4	2247,1	192,8	1710,6	163,5	3,0	5,8	7,3	8,8	68,6
0,5	3	7	4059,1	358,5	2692,3	235,4	2034,3	201,9	2,9	5,9	6,8	8,8	78,3
0,5	3	8	1671,9	126,8	1198,5	98,5	896,5	84,9	3,2	3,9	6,6	7,1	39,2
0,5	3	9	1942,4	147,6	1286,0	108,7	985,5	94,5	3,8	5,6	9,0	9,4	47,9
0,5	3	10	1832,5	151,2	1280,6	115,9	961,5	99,7	3,6	4,5	7,7	8,1	43,7
0,5	4	1	2555,3	314,8	1698,1	218,2	1327,6	190,7	2,6	4,7	6,2	7,3	58,6
0,5	4	2	2276,4	254,3	1612,5	187,2	1266,7	163,9	2,4	4,5	6,0	6,9	56,3
0,5	4	3	2734,9	333,0	1853,4	233,2	1475,1	207,0	2,9	4,3	6,2	7,2	66,1
0,5	4	4	1803,1	172,9	1271,5	134,3	1001,4	120,0	3,3	3,5	6,3	6,8	51,2
0,5	4	5	1727,3	161,6	1232,9	126,0	965,3	111,0	3,6	3,8	7,1	7,4	42,2

A : Peso úmido total (caule + folhas) (mg)

B : Peso seco total (caule + folhas) (mg)

C : Peso úmido das folhas primárias (mg)

D : Peso seco das folhas primárias (mg)

E : Peso úmido dos limbos das folhas primárias (mg)

F : Peso seco dos limbos das folhas primárias (mg)

G : Comprimento do epicótilo (cm)

H : Comprimento do hipocótilo (cm)

\* Continuação da tabela na página a seguir.

Continuação da TABELA 6.

Dose (Gy)	Amostra	Pl. nº	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	L
2,0	1	1	2974,5	325,7	2040,0	239,5	1588,4	206,5	2,7	6,1	7,2	8,8	70,9
2,0	1	2	3413,8	373,0	2200,7	245,0	1719,4	212,8	3,1	5,9	7,9	9,0	76,2
2,0	1	3	3347,7	328,5	1931,0	197,6	1430,0	169,4	3,0	6,7	7,6	9,7	63,4
2,0	1	4	2491,0	277,1	1476,9	171,6	1186,5	150,7	3,6	5,5	7,6	9,1	55,6
2,0	1	5	2416,9	213,0	1570,3	150,1	1153,9	127,1	2,7	6,6	8,3	9,3	55,8
2,0	1	6	3105,0	537,8	1768,8	204,1	1357,7	178,5	3,7	6,3	7,5	10,0	68,6
2,0	1	7	2762,1	291,8	1775,4	195,7	1400,0	171,6	2,8	5,3	6,7	8,1	60,4
2,0	1	8	3333,0	345,4	2088,5	225,1	1527,2	193,0	3,6	6,5	8,9	10,1	67,3
2,0	1	9	2855,4	313,7	1723,8	195,6	1299,4	169,5	3,2	5,7	7,3	8,9	58,3
2,0	1	10	3556,1	364,3	1949,0	205,1	1476,3	176,4	2,9	6,5	6,6	9,4	69,4
2,0	2	1	2167,6	223,5	1525,9	163,0	1126,5	134,5	2,8	5,1	6,9	7,9	56,8
2,0	2	2	2509,0	278,5	1593,0	182,1	1231,7	156,6	2,9	5,7	7,2	8,6	55,5
2,0	2	3	3164,2	328,7	2105,7	224,6	1675,3	195,9	3,0	5,7	7,2	8,7	67,2
2,0	2	4	2236,9	224,8	1586,6	181,5	1263,5	159,0	2,5	4,6	6,2	7,1	37,6
2,0	2	5	1855,6	189,6	1280,8	144,0	1018,6	126,6	3,2	4,9	7,5	8,1	49,9
2,0	2	6	3099,1	331,0	1825,9	186,6	1493,7	160,1	3,9	4,3	6,8	8,2	69,5
2,0	2	7	2621,0	220,6	1966,4	157,3	1569,0	136,1	2,5	3,9	5,8	6,4	62,6
2,0	2	8	2741,1	241,0	1914,7	154,8	1409,3	132,7	3,0	3,7	5,8	6,7	60,5
2,0	2	9	1867,9	143,9	1236,4	100,0	945,3	85,8	3,3	5,0	7,8	8,3	41,3
2,0	2	10	1580,4	138,9	1010,4	98,0	789,6	85,8	4,3	3,9	7,9	8,2	39,2
2,0	3	1	3343,1	373,9	2079,1	236,3	1591,4	204,8	2,9	4,8	6,1	7,7	69,3
2,0	3	2	3790,0	422,1	2156,3	244,9	1607,8	210,0	2,7	6,8	7,3	9,5	72,9
2,0	3	3	2550,1	210,4	1680,8	146,2	1213,1	124,1	2,7	6,9	8,5	9,6	52,4
2,0	3	4	3155,6	332,2	2020,8	218,9	1560,0	189,9	3,0	5,5	6,9	8,5	62,9
2,0	3	5	2035,8	177,3	1404,1	132,4	1210,6	116,8	2,9	5,9	8,1	8,8	56,8
2,0	3	6	4152,6	433,5	2230,3	206,1	1790,0	177,0	2,4	5,1	5,8	7,5	66,2
2,0	3	7	3012,1	266,5	1883,6	154,7	1447,0	129,6	2,6	7,2	8,0	9,8	55,6
2,0	3	8	2931,4	260,3	2101,6	177,6	1580,9	147,7	2,4	4,9	6,3	7,3	61,3
2,0	3	9	3366,3	299,3	2340,8	200,4	1768,3	167,6	2,6	5,8	7,1	8,4	75,7
2,0	3	10	2262,1	199,0	1591,3	140,3	1206,8	116,7	2,6	5,6	7,3	8,2	54,7
2,0	4	1	3830,0	379,3	2066,6	207,3	1565,7	177,9	3,2	5,9	7,2	9,1	60,2
2,0	4	2	3817,1	374,0	2074,1	205,4	1570,4	173,6	3,1	7,2	7,9	10,3	66,1
2,0	4	3	3305,5	343,3	2108,1	221,9	1558,6	189,2	3,0	5,8	7,9	8,8	70,5
2,0	4	4	2200,8	204,6	1560,6	160,0	1163,7	137,8	3,6	5,1	8,1	8,7	54,3
2,0	4	5	3628,1	369,9	2080,8	214,4	1513,3	177,3	2,9	7,2	7,7	10,1	66,3
2,0	4	6	1680,1	182,0	1072,3	115,5	842,5	100,5	3,1	3,2	5,9	6,3	37,7
2,0	4	7	1535,6	124,9	1015,0	90,4	720,0	75,1	2,9	5,8	8,0	8,7	42,0
2,0	4	8	4346,2	463,8	2571,6	277,3	1968,7	240,2	2,7	6,3	6,9	9,0	81,9
2,0	4	9	3068,8	314,9	1904,2	196,1	1478,5	168,3	3,2	5,9	7,8	9,1	69,6
2,0	4	10	3493,7	313,4	2192,9	196,7	1670,0	171,2	2,9	7,2	8,1	10,1	71,1

I: Altura da inserção das folhas primárias (cm)

J: Altura da planta (cm)

L: Área das folhas primárias (cm<sup>2</sup>)

TABELA 7 : Parâmetros observados em plantas de feijão provenientes de sementes irradiadas com 0, 0,5 e 2,0 Gy (30 Gy/h) (Experimento II).

Dose (Gy)	Amostragem	Pl. nº	A	B	C	D	E	Altura da planta (cm)					
								Dia após semeadura					
								21	28	35	42	49	56
0	1	1	9	18	10	4	17	10,0	13,6	23,5	33,9	37,1	38,0
0	1	2	9	18	10	6	27	10,6	12,9	20,9	27,0	30,7	32,3
0	1	3	9	20	16	8	41	9,8	13,0	16,5	24,7	29,0	31,0
0	1	4	11	32	14	6	29	8,8	10,8	19,5	26,1	32,0	36,2
0	1	5	8	13	12	0	0	8,1	10,3	13,6	19,6	22,6	25,6
0	1	6	7	11	8	5	24	8,8	10,6	13,6	18,2	23,7	32,6
0	2	1	9	19	9	4	18	8,0	12,2	19,0	22,9	27,0	28,3
0	2	2	9	19	11	4	21	7,9	10,1	16,4	25,3	37,0	41,2
0	2	3	7	11	11	5	24	7,7	10,5	15,1	21,5	25,7	27,3
0	2	4	11	21	10	1	5	7,6	11,2	15,3	24,0	35,9	46,5
0	2	5	6	15	11	7	32	8,5	12,5	20,4	26,5	29,9	30,0
0	2	6	6	11	5	0	0	7,1	9,5	14,7	20,4	24,3	28,7
0	2	7	10	16	25	8	25	8,4	12,6	21,8	32,2	34,5	36,0
0	2	8	8	17	9	7	34	10,0	13,7	25,8	35,8	44,3	45,5
0	2	9	13	25	25	8	35	10,4	15,7	26,4	32,4	34,2	38,2
0	2	10	8	16	12	1	4	9,7	13,2	23,2	31,8	32,8	32,5
0	3	1	7	14	12	5	24	6,6	8,9	13,0	17,7	22,3	27,8
0	3	2	10	20	17	8	34	8,8	12,1	16,5	30,3	40,0	47,6
0	3	3	8	14	12	7	34	9,1	12,1	18,5	24,8	29,7	29,7
0	3	4	11	15	6	3	15	9,5	12,7	17,2	25,2	34,0	38,3
0	3	5	7	11	9	4	22	8,5	11,4	14,7	17,8	18,3	18,4
0	3	6	6	10	7	4	20	9,0	12,0	18,0	22,3	26,5	27,5
0	3	7	7	9	6	4	17	8,9	12,6	19,0	26,7	36,0	41,0
0	3	8	7	14	12	3	14	8,6	12,0	16,7	20,7	24,5	25,0
0	3	9	10	27	16	1	5	8,6	11,6	18,0	25,3	30,0	35,4
0	3	10	8	13	13	4	23	7,9	11,4	17,2	21,4	28,0	32,8
0	4	1	7	11	4	3	17	9,6	13,3	19,2	22,8	32,3	47,7
0	4	2	7	12	8	7	23	7,0	9,7	15,4	22,8	31,0	40,0
0	4	3	9	15	7	7	26	10,3	15,3	23,2	27,3	29,5	30,0
0	4	4	6	11	10	4	11	8,3	12,2	20,2	31,0	34,6	35,2
0	4	5	12	18	15	8	38	9,8	12,9	18,1	22,5	24,5	28,0
0	4	6	8	12	7	6	19	11,6	18,5	36,6	57,6	76,0	76,0
0	4	7	9	14	9	7	29	8,2	12,2	18,8	24,4	28,1	28,2
0	4	8	10	16	14	4	14	10,0	14,0	23,1	31,5	39,0	39,0

\* Continuação da tabela na página a seguir.

Continuação da TABELA 7.

Dose (Gy)	Amos- tra	Pl. nº						Altura da planta (cm) Dia após sementeira					
			A	B	C	D	E	21	28	35	42	49	56
0,5	1	1	9	22	5	3	7	10,2	18,4	36,4	52,3	52,3	52,3
0,5	1	2	9	32	21	13	48	9,2	13,6	20,4	26,0	28,4	30,3
0,5	1	3	11	22	19	4	15	10,1	14,0	18,9	25,3	34,0	43,3
0,5	1	4	9	21	4	4	16	8,0	10,4	15,6	18,3	20,9	21,0
0,5	1	5	8	15	14	5	20	10,0	13,5	18,2	26,0	29,6	33,0
0,5	1	6	7	15	11	4	10	8,8	11,6	15,4	21,7	25,9	28,4
0,5	1	7	8	18	16	5	21	7,1	9,3	14,4	19,6	24,8	30,1
0,5	1	8	8	20	20	5	26	9,0	12,5	21,3	29,3	31,0	31,2
0,5	2	1	6	15	10	4	15	7,9	9,9	13,0	17,1	20,6	24,0
0,5	2	2	9	13	11	8	36	11,7	16,8	19,0	23,3	24,2	24,3
0,5	2	3	8	18	9	5	25	7,2	10,3	13,2	17,0	19,6	21,5
0,5	2	4	7	11	7	6	31	12,3	17,6	22,3	27,4	31,2	31,2
0,5	2	5	8	15	9	2	7	11,3	16,3	22,5	31,4	43,8	55,2
0,5	2	6	16	21	15	4	17	9,1	13,0	17,8	24,4	32,5	35,5
0,5	2	7	9	21	11	8	44	11,7	16,2	24,0	31,7	35,9	36,0
0,5	2	8	7	11	9	4	20	10,1	13,7	18,7	23,8	27,2	27,2
0,5	2	9	8	14	7	4	18	7,7	10,0	15,8	21,9	26,9	29,6
0,5	2	10	9	22	13	8	27	8,8	12,8	21,4	27,5	32,5	34,4
0,5	3	1	14	23	28	3	12	8,6	11,1	15,2	22,4	27,0	34,0
0,5	3	2	9	14	12	4	21	10,1	12,5	16,8	24,2	30,5	37,9
0,5	3	3	7	16	10	2	2	9,2	11,3	14,3	17,3	23,0	27,0
0,5	3	4	8	19	12	7	26	9,1	13,3	18,8	23,3	26,3	32,0
0,5	3	5	9	14	13	3	7	8,4	10,9	16,1	19,2	21,2	22,2
0,5	3	6	11	24	15	4	18	11,3	17,1	32,9	39,9	41,0	42,0
0,5	3	7	8	19	16	7	31	9,7	12,2	18,8	30,5	35,0	39,0
0,5	4	1	9	16	12	8	38	11,1	14,8	23,6	30,2	37,2	38,3
0,5	4	2	6	11	8	1	5	8,9	10,8	13,3	15,8	18,0	21,2
0,5	4	3	8	12	8	7	27	12,8	17,7	27,3	35,2	40,5	40,5
0,5	4	4	8	18	10	6	27	10,8	15,0	22,0	27,4	32,7	32,7
0,5	4	5	8	13	9	8	42	10,9	17,0	25,0	30,2	33,2	33,3
0,5	4	6	8	12	7	4	22	9,8	13,5	19,1	25,8	31,0	32,8
0,5	4	7	8	15	11	6	25	10,6	13,6	21,2	27,1	30,9	30,9
0,5	4	8	8	12	9	8	32	10,0	13,2	19,3	24,7	26,0	28,2
0,5	4	9	13	27	24	11	33	8,8	12,6	21,2	27,8	36,0	48,0
0,5	4	10	9	16	12	2	11	9,1	12,2	17,4	21,3	26,3	32,5

\* Continuação da tabela na página a seguir.

Continuação da TABELA 7.

Dose (Gv)	Amos- tra	Pl. nº						Altura da planta (cm)					
			A	B	C	D	E	21	28	35	42	49	56
2,0	1	1	8	21	12	5	25	8,4	10,4	16,5	21,3	29,0	35,0
2,0	1	2	8	25	12	4	10	8,4	10,6	16,5	21,2	27,7	31,4
2,0	1	3	8	25	12	7	26	8,7	11,0	20,5	27,0	31,0	32,4
2,0	1	4	8	25	15	7	29	8,4	10,3	16,5	21,7	25,3	31,5
2,0	1	5	10	25	21	8	39	7,7	10,8	17,5	21,5	29,8	35,6
2,0	1	6	8	25	15	6	23	7,3	10,1	17,5	21,9	30,1	35,3
2,0	1	7	8	25	15	8	30	8,8	11,0	16,5	21,2	26,7	31,0
2,0	2	1	8	15	8	1	2	7,8	10,2	13,5	17,9	20,5	23,0
2,0	2	2	8	14	10	10	51	10,5	16,3	24,5	31,0	35,1	35,1
2,0	2	3	11	24	25	20	101	10,3	15,5	27,5	34,8	48,8	55,0
2,0	2	4	8	15	15	6	20	9,2	14,2	23,5	31,3	34,7	35,3
2,0	2	5	8	14	10	7	40	11,7	15,0	30,5	32,8	36,3	38,1
2,0	2	6	11	14	12	6	27	11,8	16,8	24,5	31,7	36,1	36,2
2,0	2	7	7	15	8	3	6	8,8	12,0	22,5	31,2	37,3	40,2
2,0	2	8	8	14	15	9	50	10,5	14,1	24,5	31,5	36,5	37,2
2,0	2	9	7	15	8	5	19	8,6	12,7	20,5	31,4	31,3	34,0
2,0	3	1	9	20	15	5	23	8,7	13,0	18,5	25,5	31,0	40,6
2,0	3	2	12	15	12	2	10	8,8	11,7	14,5	21,0	22,0	25,0
2,0	3	3	8	14	8	0	0	9,0	12,0	15,5	21,0	28,5	33,5
2,0	3	4	11	24	8	5	29	8,7	10,8	15,5	21,5	19,4	20,6
2,0	3	5	6	12	8	2	5	9,2	10,7	13,5	21,0	18,0	19,2
2,0	3	6	6	12	8	3	7	9,2	12,2	19,5	21,8	32,7	34,5
2,0	3	7	8	12	11	8	43	8,0	9,9	14,5	21,0	26,7	32,0
2,0	3	8	8	15	14	5	21	11,1	14,1	18,5	21,9	30,3	30,8
2,0	4	1	19	35	40	24	108	11,7	18,1	36,5	52,6	60,9	84,0
2,0	4	2	11	21	15	11	56	9,8	12,7	19,5	31,5	34,5	48,6
2,0	4	3	9	14	15	9	39	9,3	13,8	23,5	31,1	35,8	38,5
2,0	4	4	10	22	8	2	6	9,3	12,2	18,5	21,5	25,1	31,5
2,0	4	5	7	15	10	7	39	9,6	13,0	21,5	27,3	30,4	33,0
2,0	4	6	8	11	8	3	12	9,6	12,3	19,5	27,6	32,0	33,5
2,0	4	7	8	12	8	4	20	9,6	14,4	23,5	31,5	36,5	36,5
2,0	4	8	11	19	19	13	54	10,6	16,2	27,4	37,4	52,5	58,3
2,0	4	9	6	12	8	6	28	9,0	11,6	16,5	21,1	21,1	24,5
2,0	4	10	7	12	15	7	36	8,2	11,9	19,5	21,9	29,2	33,0

A : número de nós

B : número de folhas

C : número de flores

D : número de vagens

E : número de sementes/planta

TABELA 8 : Número de sementes de rabanete germinadas após irradiação com 0, 10 e 30 Gy.

Dose (Gy)	Taxa de dose (Gy/h)	Amostra	Dia após semeadura					
			4	5	6	7	8	9
0	0	1	45	53	56	57	58	58
0	0	2	26	46	48	51	54	54
0	0	3	10	21	23	41	51	57
0	0	4	18	42	47	55	58	59
10	4,5	1	24	39	39	43	45	49
10	4,5	2	18	40	41	49	51	55
10	4,5	3	12	31	34	41	48	56
10	4,5	4	11	31	34	41	50	58
10	22,5	1	31	45	49	51	53	56
10	22,5	2	24	42	44	47	52	56
10	22,5	3	26	38	40	42	46	51
10	22,5	4	11	26	36	40	47	54
10	45,0	1	11	32	41	47	50	54
10	45,0	2	22	37	40	45	49	50
10	45,0	3	18	33	41	47	50	56
10	45,0	4	23	40	46	48	49	50
30	4,5	1	27	49	50	52	55	56
30	4,5	2	23	40	43	50	52	56
30	4,5	3	8	21	23	29	36	52
30	4,5	4	17	34	40	43	44	53
30	22,5	1	25	40	44	51	54	55
30	22,5	2	27	40	46	50	54	58
30	22,5	3	23	34	37	40	45	53
30	22,5	4	11	31	35	44	50	53
30	45,0	1	29	42	45	48	53	57
30	45,0	2	31	38	44	46	49	51
30	45,0	3	14	28	31	42	46	56
30	45,0	4	28	42	51	52	55	55

\* Número inicial de sementes : 60

TABELA 9 : Parâmetros observados nas folhas de plantas jovens de rabanete provenientes de sementes irradiadas com 0, 10 e 30 Gy.

Dose (Gy)	Taxa de dose (Gy/h)	Amostragem	Pl. nº	A	B	Dose (Gy)	Taxa de dose (Gy/h)	Amostragem	Pl. nº	A	B
0	0	1	1	1025,5	81,4	0	0	2	1	558,2	46,1
0	0	1	2	902,4	73,4	0	0	2	2	1126,0	97,3
0	0	1	3	1027,4	85,3	0	0	2	3	819,7	72,9
0	0	1	4	853,8	65,3	0	0	2	4	803,8	64,2
0	0	1	5	1167,0	99,1	0	0	2	5	822,9	69,0
0	0	1	6	1544,5	131,0	0	0	2	6	622,8	49,3
0	0	1	7	1301,6	103,3	0	0	2	7	926,0	74,0
0	0	1	8	1192,3	89,2	0	0	2	8	781,8	60,6
0	0	1	9	1014,2	85,2	0	0	2	9	523,1	44,3
0	0	1	10	1234,4	103,9	0	0	2	10	461,6	44,3
0	0	3	1	297,8	25,9	0	0	4	1	966,7	80,7
0	0	3	2	515,8	49,1	0	0	4	2	722,2	65,6
0	0	3	3	691,1	59,6	0	0	4	3	739,9	58,9
0	0	3	4	536,1	42,6	0	0	4	4	831,5	68,0
0	0	3	5	538,3	41,1	0	0	4	5	442,0	40,5
0	0	3	6	752,3	68,0	0	0	4	6	533,5	41,7
0	0	3	7	334,4	29,0	0	0	4	7	944,5	72,2
0	0	3	8	261,9	21,8	0	0	4	8	891,9	65,9
0	0	3	9	244,0	18,7	0	0	4	9	483,1	40,0
0	0	3	10	522,3	50,6	0	0	4	10	460,3	36,1
10	4,5	1	1	580,7	43,0	10	4,5	2	1	481,5	40,0
10	4,5	1	2	454,1	38,4	10	4,5	2	2	660,7	58,3
10	4,5	1	3	470,0	41,5	10	4,5	2	3	678,2	58,4
10	4,5	1	4	703,0	59,5	10	4,5	2	4	568,3	50,0
10	4,5	1	5	452,4	40,0	10	4,5	2	5	623,5	58,5
10	4,5	1	6	220,4	16,7	10	4,5	2	6	328,5	28,5
10	4,5	1	7	618,7	53,1	10	4,5	2	7	776,6	60,1
10	4,5	1	8	416,5	35,3	10	4,5	2	8	430,6	33,0
10	4,5	1	9	286,0	25,3	10	4,5	2	9	541,8	47,3
10	4,5	1	10	212,7	22,2	10	4,5	2	10	501,2	39,3
10	4,5	3	1	679,1	54,8	10	4,5	4	1	355,3	24,6
10	4,5	3	2	544,4	43,1	10	4,5	4	2	266,3	21,0
10	4,5	3	3	494,9	37,7	10	4,5	4	3	686,9	62,7
10	4,5	3	4	609,8	45,5	10	4,5	4	4	212,0	15,4
10	4,5	3	5	657,9	53,7	10	4,5	4	5	349,5	28,0
10	4,5	3	6	393,8	30,1	10	4,5	4	6	815,4	68,0
10	4,5	3	7	244,9	20,1	10	4,5	4	7	260,4	19,6
10	4,5	3	8	263,6	20,3	10	4,5	4	8	460,8	38,0
10	4,5	3	9	239,1	18,4	10	4,5	4	9	404,9	30,2
10	4,5	3	10	324,9	26,5	10	4,5	4	10	157,2	11,7
10	22,5	1	1	796,9	57,6	10	22,5	2	1	945,4	71,7
10	22,5	1	2	401,2	34,0	10	22,5	2	2	1008,5	68,7
10	22,5	1	3	328,3	29,7	10	22,5	2	3	688,9	53,3
10	22,5	1	4	845,6	75,2	10	22,5	2	4	768,0	72,2
10	22,5	1	5	950,5	88,4	10	22,5	2	5	961,4	76,8
10	22,5	1	6	413,1	32,4	10	22,5	2	6	455,0	40,1
10	22,5	1	7	542,1	43,5	10	22,5	2	7	559,0	47,0
10	22,5	1	8	417,2	40,6	10	22,5	2	8	374,8	29,5
10	22,5	1	9	651,3	62,4	10	22,5	2	9	638,1	57,5
10	22,5	1	10	401,1	37,8	10	22,5	2	10	756,5	68,7

\* Continuação da tabela na página a seguir.

Continuação da TABELA 9.

Dose (Gy)	Taxa de dose (Gy/h)	Amostragem	Pl. nº	A	B	Dose (Gy)	Taxa de dose (Gy/h)	Amostragem	Pl. nº	A	B
10	22,5	3	1	501,2	32,8	10	22,5	4	1	673,5	68,6
10	22,5	3	2	653,7	53,3	10	22,5	4	2	670,2	63,5
10	22,5	3	3	418,6	30,5	10	22,5	4	3	736,5	67,5
10	22,5	3	4	485,8	42,3	10	22,5	4	4	364,2	29,5
10	22,5	3	5	234,1	16,5	10	22,5	4	5	355,3	31,2
10	22,5	3	6	427,1	36,4	10	22,5	4	6	261,3	23,6
10	22,5	3	7	349,7	29,5	10	22,5	4	7	280,8	21,3
10	22,5	3	8	433,0	31,4	10	22,5	4	8	311,5	25,0
10	22,5	3	9	210,3	16,7	10	22,5	4	9	416,7	34,3
10	22,5	3	10	264,1	17,5	10	22,5	4	10	202,0	20,6
10	45,0	1	1	905,5	71,7	10	45,0	2	1	624,3	52,7
10	45,0	1	2	852,5	72,1	10	45,0	2	2	570,5	46,5
10	45,0	1	3	417,1	39,7	10	45,0	2	3	603,7	53,3
10	45,0	1	4	242,8	29,7	10	45,0	2	4	382,3	32,2
10	45,0	1	5	310,1	26,5	10	45,0	2	5	1193,6	91,1
10	45,0	1	6	432,7	36,5	10	45,0	2	6	350,2	35,1
10	45,0	1	7	477,7	37,6	10	45,0	2	7	652,2	55,8
10	45,0	1	8	818,4	72,5	10	45,0	2	8	303,4	26,2
10	45,0	1	9	537,3	47,7	10	45,0	2	9	390,2	35,8
10	45,0	1	10	865,6	67,2	10	45,0	2	10	361,1	31,4
10	45,0	3	1	417,7	31,8	10	45,0	4	1	533,5	44,1
10	45,0	3	2	539,3	46,5	10	45,0	4	2	667,9	58,0
10	45,0	3	3	1177,2	86,3	10	45,0	4	3	528,1	38,2
10	45,0	3	4	473,9	38,2	10	45,0	4	4	748,1	59,5
10	45,0	3	5	865,1	77,0	10	45,0	4	5	545,4	48,7
10	45,0	3	6	480,5	36,9	10	45,0	4	6	828,9	57,7
10	45,0	3	7	400,0	27,5	10	45,0	4	7	746,6	59,9
10	45,0	3	8	459,4	40,0	10	45,0	4	8	725,6	57,1
10	45,0	3	9	664,4	51,3	10	45,0	4	9	899,1	72,2
10	45,0	3	10	588,3	49,1	10	45,0	4	10	660,3	53,2
30	4,5	1	1	664,9	61,8	30	4,5	2	1	656,1	50,3
30	4,5	1	2	701,6	57,5	30	4,5	2	2	653,5	50,9
30	4,5	1	3	638,8	49,6	30	4,5	2	3	651,9	54,1
30	4,5	1	4	456,3	37,0	30	4,5	2	4	769,5	60,4
30	4,5	1	5	642,2	57,2	30	4,5	2	5	502,5	37,4
30	4,5	1	6	465,8	45,2	30	4,5	2	6	529,1	43,8
30	4,5	1	7	629,3	52,8	30	4,5	2	7	963,8	79,1
30	4,5	1	8	726,5	67,9	30	4,5	2	8	496,6	42,0
30	4,5	1	9	439,4	39,8	30	4,5	2	9	627,3	54,9
30	4,5	1	10	913,3	75,5	30	4,5	2	10	592,7	53,2
30	4,5	3	1	351,2	31,3	30	4,5	4	1	335,0	27,7
30	4,5	3	2	406,5	34,5	30	4,5	4	2	271,5	19,2
30	4,5	3	3	404,5	33,2	30	4,5	4	3	775,3	68,8
30	4,5	3	4	194,3	13,0	30	4,5	4	4	316,2	25,8
30	4,5	3	5	235,4	22,3	30	4,5	4	5	322,3	30,1
30	4,5	3	6	248,6	18,9	30	4,5	4	6	190,7	13,7
30	4,5	3	7	201,3	14,5	30	4,5	4	7	371,6	30,1
30	4,5	3	8	159,0	14,7	30	4,5	4	8	182,6	13,9
30	4,5	3	9	241,2	16,8	30	4,5	4	9	331,7	26,6
30	4,5	3	10	466,8	41,5	30	4,5	4	10	309,4	24,5

\* Continuação da tabela na página a seguir.

Continuação da TABELA 9.

Dose (Gy)	Taxa de dose (Gy/h)	Amostragem	Pl. nº	A	B	Dose (Gy)	Taxa de dose (Gy/h)	Amostragem	Pl. nº	A	B
30	22,5	1	1	317,9	30,9	30	22,5	2	1	658,7	54,0
30	22,5	1	2	839,2	69,5	30	22,5	2	2	421,6	38,7
30	22,5	1	3	504,5	42,4	30	22,5	2	3	735,8	71,3
30	22,5	1	4	404,2	30,8	30	22,5	2	4	458,6	37,4
30	22,5	1	5	296,4	26,9	30	22,5	2	5	581,7	54,6
30	22,5	1	6	522,4	48,5	30	22,5	2	6	727,4	59,7
30	22,5	1	7	316,5	27,1	30	22,5	2	7	638,8	54,6
30	22,5	1	8	459,6	39,0	30	22,5	2	8	838,3	77,6
30	22,5	1	9	374,2	27,7	30	22,5	2	9	545,3	41,1
30	22,5	1	10	232,2	18,2	30	22,5	2	10	824,9	65,0
30	22,5	3	1	385,5	33,6	30	22,5	4	1	724,5	57,4
30	22,5	3	2	724,2	60,0	30	22,5	4	2	301,8	24,5
30	22,5	3	3	358,8	32,4	30	22,5	4	3	361,0	25,5
30	22,5	3	4	205,7	12,9	30	22,5	4	4	329,1	24,8
30	22,5	3	5	440,3	25,0	30	22,5	4	5	586,7	51,9
30	22,5	3	6	232,0	16,1	30	22,5	4	6	359,7	28,3
30	22,5	3	7	271,6	23,0	30	22,5	4	7	376,6	29,1
30	22,5	3	8	299,5	28,2	30	22,5	4	8	375,0	31,0
30	22,5	3	9	324,6	23,9	30	22,5	4	9	352,3	30,6
30	22,5	3	10	396,6	37,0	30	22,5	4	10	216,4	18,8
30	45,0	1	1	561,7	47,0	30	45,0	2	1	698,3	56,6
30	45,0	1	2	443,2	34,9	30	45,0	2	2	352,3	34,8
30	45,0	1	3	507,3	42,3	30	45,0	2	3	496,4	45,1
30	45,0	1	4	722,3	64,2	30	45,0	2	4	800,4	73,2
30	45,0	1	5	520,3	42,8	30	45,0	2	5	608,0	50,0
30	45,0	1	6	1051,7	88,4	30	45,0	2	6	540,5	40,8
30	45,0	1	7	508,7	40,9	30	45,0	2	7	783,7	65,9
30	45,0	1	8	680,8	55,5	30	45,0	2	8	305,4	28,1
30	45,0	1	9	451,3	43,2	30	45,0	2	9	491,2	45,0
30	45,0	1	10	1202,7	94,3	30	45,0	2	10	486,7	40,5
30	45,0	3	1	518,9	40,1	30	45,0	4	1	676,5	54,9
30	45,0	3	2	321,1	26,9	30	45,0	4	2	673,3	56,1
30	45,0	3	3	245,2	17,7	30	45,0	4	3	1266,4	101,6
30	45,0	3	4	216,9	21,6	30	45,0	4	4	443,9	36,0
30	45,0	3	5	327,4	26,4	30	45,0	4	5	650,4	54,9
30	45,0	3	6	635,3	54,5	30	45,0	4	6	668,7	56,8
30	45,0	3	7	221,9	16,5	30	45,0	4	7	662,7	50,8
30	45,0	3	8	225,7	20,6	30	45,0	4	8	549,0	44,1
30	45,0	3	9	336,6	29,3	30	45,0	4	9	770,4	64,3
30	45,0	3	10	160,3	14,7	30	45,0	4	10	702,0	57,1

A : Peso úmido (mg)

B : Peso seco (mg)

TABELA 10 : Parâmetros observados na raiz de plantas de rabanete provenientes de sementes irradiadas com 0, 10 e 30 Gy.

Dose (Gy)	Taxa de dose (Gy/h)	Amostra	Pl. n°	A	B	C	D	E	
0	0	1	1	33,61	35	2,2	2,2	2,2	16,7
0	0	1	2	40,14	40	2,2	1,9	1,8	16,6
0	0	1	3	24,50	25	1,9	2,2	2,2	13,5
0	0	1	4	25,93	25	1,7	1,6	1,5	18,6
9,91									
0	0	2	1	58,22	60	2,3	2,7	2,4	21,3
0	0	2	2	41,21	45	2,4	2,4	2,1	18,1
0	0	2	3	32,14	35	1,9	2,5	1,9	19,4
0	0	2	4	34,50	35	2,2	2,3	2,2	20,9
0	0	2	5	30,42	35	2,4	2,2	1,9	23,1
9,43									
0	0	3	1	32,16	35	1,8	2,0	1,8	21,6
0	0	3	2	20,72	20	1,5	2,0	1,9	15,0
0	0	3	3	38,83	40	1,7	2,0	1,9	20,9
0	0	3	4	43,76	45	2,5	2,5	2,3	24,2
0	0	3	5	22,00	20	1,4	2,0	1,7	16,8
0	0	3	6	34,34	35	2,3	2,2	1,8	21,3
0	0	3	7	29,37	30	2,2	1,9	1,8	18,5
14,30									
0	0	4	1	16,77	20	1,5	1,8	1,8	14,5
0	0	4	2	17,58	20	1,2	1,6	1,4	15,1
0	0	4	3	31,97	45	2,2	1,7	1,7	21,9
0	0	4	4	47,48	50	2,2	2,0	1,9	24,0
0	0	4	5	58,86	65	2,5	2,5	2,1	22,5
10,07									
10	4,5	1	1	47,80	50	1,8	2,4	1,8	20,3
10	4,5	1	2	48,10	50	2,1	2,3	2,0	19,5
10	4,5	1	3	38,40	40	1,7	2,4	2,0	20,3
10	4,5	1	4	40,15	40	2,1	2,0	2,1	19,1
8,04									
10	4,5	2	1	27,76	30	2,2	1,7	1,5	21,7
10	4,5	2	2	47,93	50	2,4	2,4	2,3	21,4
10	4,5	2	3	30,63	30	1,7	1,7	1,7	20,9
10	4,5	2	4	64,10	65	2,7	2,6	2,5	23,2
10	4,5	2	5	20,04	20	2,0	1,9	1,8	16,7
5,24									
10	4,5	3	1	37,38	40	1,9	2,3	1,9	20,5
10	4,5	3	2	46,69	50	2,0	2,1	2,0	19,5
10	4,5	3	3	37,22	40	1,9	2,4	2,2	17,8
10	4,5	3	4	26,27	30	1,4	1,5	1,4	21,7
10	4,5	3	5	43,91	50	2,0	2,4	1,8	22,0
10	4,5	3	6	37,42	45	1,9	2,2	2,1	19,6
10	4,5	3	7	26,87	30	2,0	2,2	2,4	17,8
10,22									
10	4,5	4	1	26,59	30	1,5	1,8	1,6	21,7
10	4,5	4	2	23,95	25	1,5	1,8	1,4	21,3
10	4,5	4	3	19,69	20	1,9	1,5	1,5	14,7
10	4,5	4	4	23,33	25	1,8	2,0	1,5	18,6
10	4,5	4	5	28,89	35	1,1	2,0	2,0	17,2
6,13									

\*Continuação da tabela na página a seguir.

Continuação da TABELA 10.

Dose (Gy)	Taxa de dose (Gy/h)	Amostra	Pl. nº							
				A	B	C		D	E	
10	22,5	1	1	23,89	25	1,6	1,7	1,6	15,9	
10	22,5	1	2	24,06	25	1,5	1,8	1,5	17,0	
10	22,5	1	3	28,62	30	1,6	1,9	1,8	17,5	8,48
10	22,5	1	4	27,83	30	1,7	1,8	1,7	17,3	
10	22,5	2	1	69,67	70	2,7	3,1	2,3	21,1	
10	22,5	2	2	27,93	30	2,1	1,9	1,5	19,2	
10	22,5	2	3	25,87	30	1,6	2,0	1,9	18,5	6,73
10	22,5	2	4	20,19	20	1,5	1,9	1,7	15,2	
10	22,5	2	5	62,07	65	2,1	2,5	2,2	21,2	
10	22,5	3	1	15,51	15	1,3	1,4	1,4	15,3	
10	22,5	3	2	45,87	45	1,9	2,8	2,3	19,4	
10	22,5	3	3	15,35	15	1,4	1,6	1,4	13,6	
10	22,5	3	4	42,85	45	2,2	2,0	1,9	24,5	
10	22,5	3	5	26,07	25	1,5	1,9	1,6	21,0	12,70
10	22,5	3	6	21,84	25	1,7	1,9	1,8	19,8	
10	22,5	3	7	19,93	20	1,4	1,7	1,6	15,6	
10	22,5	4	1	27,45	30	1,6	1,8	1,6	23,4	
10	22,5	4	2	34,35	45	2,4	2,2	2,0	23,5	
10	22,5	4	3	33,65	35	2,2	2,2	1,5	20,9	10,31
10	22,5	4	4	27,16	30	1,7	1,8	1,8	19,8	
10	22,5	4	5	68,30	75	2,7	2,8	2,4	23,4	
10	45,0	1	1	66,02	65	3,2	3,2	2,9	20,1	
10	45,0	1	2	23,41	25	1,5	1,7	1,6	17,7	
10	45,0	1	3	25,41	25	1,7	2,1	2,0	17,9	9,78
10	45,0	1	4	44,41	45	1,8	1,8	1,7	20,5	
10	45,0	2	1	34,43	35	1,6	1,9	2,0	22,0	
10	45,0	2	2	29,21	30	2,4	2,5	1,9	20,4	
10	45,0	2	3	38,12	40	2,2	2,2	2,1	20,2	7,83
10	45,0	2	4	17,01	20	1,6	1,7	1,6	18,1	
10	45,0	2	5	56,57	55	2,4	3,0	2,8	20,7	
10	45,0	3	1	56,43	65	2,5	3,0	2,5	24,2	
10	45,0	3	2	49,62	50	2,2	2,2	2,4	24,8	
10	45,0	3	3	34,20	35	1,8	1,5	1,4	21,8	
10	45,0	3	4	35,34	40	2,1	2,1	2,0	19,5	
10	45,0	3	5	28,57	30	2,0	2,2	1,9	16,4	14,04
10	45,0	3	6	14,57	15	1,3	1,4	1,1	22,4	
10	45,0	3	7	17,58	20	1,7	1,8	1,7	13,3	
10	45,0	4	1	53,60	55	1,9	2,4	2,0	23,7	
10	45,0	4	2	22,14	25	1,6	1,4	1,4	19,7	
10	45,0	4	3	22,25	25	1,4	1,4	1,4	21,9	11,51
10	45,0	4	4	31,36	35	2,2	2,0	1,5	20,9	
10	45,0	4	5	22,15	25	1,5	1,6	1,5	20,5	

\* Continuação da tabela na página a seguir.

Continuação da TABELA 10.

Dose (Gy)	Taxa de dose (Gy/h)	Amostra	Pl. nº							
				A	B	C	D	E		
30	4,5	1	1	29,74	30	1,9	2,3	2,1	17,7	
30	4,5	1	2	27,70	30	1,8	2,0	1,7	19,2	
30	4,5	1	3	35,33	35	2,1	1,9	1,8	13,9	9,61
30	4,5	1	4	29,87	30	1,6	1,5	1,6	17,5	
30	4,5	2	1	18,80	20	1,7	1,7	1,5	18,8	
30	4,5	2	2	21,36	25	1,5	1,9	1,6	17,7	
30	4,5	2	3	30,65	30	2,1	2,0	1,6	22,4	8,29
30	4,5	2	4	26,15	30	1,7	1,2	1,1	19,4	
30	4,5	2	5	33,34	35	2,4	2,1	2,0	19,8	
30	4,5	3	1	30,15	30	2,1	1,7	1,4	21,6	
30	4,5	3	2	22,72	25	1,5	2,2	1,9	20,2	
30	4,5	3	3	30,22	30	1,5	1,7	1,8	23,1	
30	4,5	3	4	26,27	25	1,8	1,9	1,7	19,1	
30	4,5	3	5	49,69	50	2,2	2,1	2,2	23,1	12,81
30	4,5	3	6	33,41	35	2,2	2,2	1,9	21,2	
30	4,5	3	7	17,59	20	1,5	1,5	1,4	14,7	
30	4,5	4	1	35,83	40	2,4	2,3	1,8	22,0	
30	4,5	4	2	30,76	35	1,7	1,9	1,7	22,3	
30	4,5	4	3	33,16	40	2,3	1,7	1,5	17,7	8,25
30	4,5	4	4	31,73	40	1,5	2,0	2,0	21,5	
30	4,5	4	5	38,80	40	1,8	2,0	1,6	19,8	
30	22,5	1	1	40,94	40	2,1	2,2	2,0	17,4	
30	22,5	1	2	21,08	20	1,5	1,3	1,5	17,0	
30	22,5	1	3	19,34	20	1,8	1,8	1,8	16,1	6,60
30	22,5	1	4	29,14	30	1,8	2,3	1,8	15,7	
30	22,5	2	1	60,16	65	2,5	2,8	2,7	21,2	
30	22,5	2	2	54,15	65	2,4	2,4	2,1	22,2	
30	22,5	2	3	51,68	60	2,0	2,4	2,2	23,3	5,44
30	22,5	2	4	27,54	30	1,6	1,7	1,9	15,8	
30	22,5	2	5	19,97	20	1,5	1,8	1,7	20,0	
30	22,5	3	1	53,28	55	2,8	2,2	2,1	22,8	
30	22,5	3	2	15,47	15	1,9	1,6	1,4	16,7	
30	22,5	3	3	39,74	40	2,5	2,7	2,2	18,2	
30	22,5	3	4	22,89	25	1,8	1,5	1,4	15,0	
30	22,5	3	5	15,55	15	1,5	1,5	1,5	16,2	9,72
30	22,5	3	6	23,36	25	1,5	1,6	1,6	15,3	
30	22,5	3	7	38,59	45	1,4	2,0	1,9	15,2	
30	22,5	4	1	30,90	35	2,4	2,1	1,7	15,5	
30	22,5	4	2	19,22	20	2,2	1,6	1,0	17,5	
30	22,5	4	3	44,90	50	2,5	2,6	2,0	22,5	6,19
30	22,5	4	4	21,28	25	1,5	2,0	1,8	15,3	
30	22,5	4	5	42,58	45	2,5	2,6	1,9	15,7	

\* Continuação da tabela na página a seguir.

Continuação da TABELA 10.

Dose (Gy)	Taxa de dose (Gy/h)	Amostra	Pl. nº							
				A	B	C	D	E		
30	45,0	1	1	34,64	35	1,8	2,3	2,1	18,4	
30	45,0	1	2	50,59	50	1,8	1,9	1,7	22,6	
30	45,0	1	3	36,10	40	2,2	2,4	2,1	14,2	8,23
30	45,0	1	4	35,34	35	1,8	2,1	2,0	19,8	
30	45,0	2	1	61,24	60	1,9	2,5	2,2	29,5	
30	45,0	2	2	56,84	55	3,0	2,9	3,0	21,4	
30	45,0	2	3	17,61	20	1,7	1,8	1,9	14,2	10,27
30	45,0	2	4	38,90	40	2,6	2,4	2,2	20,9	
30	45,0	2	5	27,10	30	1,5	1,5	1,5	21,4	
30	45,0	3	1	19,04	20	1,4	1,8	1,7	17,7	
30	45,0	3	2	20,10	20	1,4	1,5	1,3	18,6	
30	45,0	3	3	32,83	35	2,4	2,3	1,8	18,5	
30	45,0	3	4	29,74	30	1,8	2,1	1,6	25,5	
30	45,0	3	5	15,03	15	1,6	1,6	1,8	14,8	14,92
30	45,0	3	6	22,15	25	2,1	2,2	1,6	18,0	
30	45,0	3	7	19,85	20	1,2	1,6	1,5	19,6	
30	45,0	4	1	31,93	35	1,8	2,1	2,0	22,1	
30	45,0	4	2	22,71	25	1,8	1,7	1,5	21,0	
30	45,0	4	3	30,12	30	1,9	1,9	1,6	20,0	10,85
30	45,0	4	4	43,10	45	2,4	2,6	2,5	22,6	
30	45,0	4	5	42,37	45	2,5	2,0	1,8	23,0	

A : Peso (g)

B : Volume (cm<sup>3</sup>)

C : Diâmetro (cm) (medidas feitas em 3 alturas)

D : Comprimento (cm)

E : Quantidade de açúcar (mg/g de raiz)