

## **EFEITOS DA RADIAÇÃO GAMA EM SEMENTES DE FEIJÃO DE PORCO CULTIVADAS EM DIFERENTES SUBSTRATOS**

*André Ricardo Machi*

Biólogo, Mestrando em ciências do Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares / IPEN/USP. São Paulo – SP.E-mail: rica\_machi@hotmail.com

*Valter Arthur*

Professor Dr. Centro de Energia Nuclear na Agricultura/CENA/USP. Piracicaba – SP.E-mail: arthur@cena.usp.br

**Resumo-** O objetivo do trabalho foi avaliar os possíveis efeitos da radiação gama em sementes de feijão de porco em dois tipos de substratos. O experimento foi realizado em Piracicaba – SP, no Laboratório de Radiobiologia e Ambiente do Centro de Energia Nuclear na Agricultura. As sementes foram irradiadas com doses de: 0 (testemunha), 25, 50, 75, 100, 150 e 300 Gy, em uma fonte de Cobalto-60, tipo Gammacell-220, sob uma taxa de dose de 0.486 kGy/hora. Cada tratamento contou de 5 repetições (uma semente por repetição) para cada substrato, vermiculita e terra comum, por copo plástico (36 sementes/total). A cada dois dias foram avaliadas: número de sementes germinadas, a altura da planta e número de folhas emergidas. Os resultados foram submetidos ao Teste de Tukey a 5% de significância para a comparação das médias. Pelos resultados obtidos pode-se observar que houve um maior crescimento na dose de 100 Gy, quando comparado com a testemunha no substrato vermiculita. Já a dose de 25 Gy, no substrato terra comum, foi a que apresentou uma altura maior das plantas em relação à testemunha nas sementes de feijão de porco.

**Palavras chave:** vermiculita, terra comum, adubação verde, *Canavalia ensiformis*

## **EFFECTS OF GAMMA RADIATION IN SEEDS OF JACK BEAN GROWN IN DIFFERENT SUBSTRATES**

**Abstract-** The objective of study was investigated the effects of gamma irradiation on seeds of jack bean in two types of substrates. The experiment was conducted in Piracicaba - SP in the Department of Radiobiology and Environmental Center for Nuclear Energy in Agriculture. The seeds of beans were irradiated with doses of: 0 (control), 25, 50, 75, 100, 150 and 300 Gy, in a Cobalt-60 source, type Gammacell-220, at a dose rate of 0.486 kGy/hour. Each treatment contains 5 repetitions (one seed for replicate) for each substrate vermiculate and common land for a plastic cup (36 seeds / total). To each two days were evaluated: number of seeds germinated, plant height and number of leaves emerged. The results were submitted to Tukey's test at 5% significance level for comparison of means. By the results obtained can be seen that there was a greater increase in the dose of 100 Gy, compared with the control in the vermiculite. Already the dose of 25 Gy, in the common land substrate, was the witch showed a growth greater plant height, in relation the control dose in the seeds of jack beans.

**Key words:** vermiculite, common land, green manure, *Canavalia ensiformis*

## **INTRODUÇÃO**

A adubação verde consiste na prática de incorporar ou aplicar, como cobertura morta ao solo, massa vegetal não-decomposta de plantas cultivadas no local ou importadas, com a finalidade de preservar e/ou restaurarem a produtividade da terra agricultável (MAPA, 2004).

A eficiência da adubação verde está condicionada ao conhecimento da adaptação das espécies às condições edafoclimáticas da localidade de uso, evitando perdas durante o processo produtivo do agroecossistema (Carvalho & Amabile, 2006).

Podem também ser usadas para recuperação em solos degradados e de baixa fertilidade, por isso as leguminosas utilizadas nessas áreas precisam ter uma excelente

eficiência nutricional (ROZANE et al., 2007, TEODORO et al., 2009).

Em levantamento efetuado por Almeida et al., (1986) no Estado do Rio de Janeiro, foi demonstrado que a utilização de leguminosas como adubação verde é pouca expressiva. Este estudo revelou que as principais causas dessa baixa utilização de leguminosas nas propriedades rurais eram a falta de conscientização da importância das leguminosas, a pouca disponibilidade de sementes e a falta de divulgação dos resultados de pesquisa relacionados ao assunto.

Mas segundo Heinrichs et al., (2005) que avaliaram as espécies mucuna anã (*Mucuna deeringiana*), guandu anão (*Cajanus cajan*), crotalaria (*Crotalaria spectabilis*) e feijão-de-porco (*Canavalia ensiformis*) em cultivo consorciado com o milho. O feijão-de-porco apresentou maior produção de fitomassa e acúmulo de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio e enxofre. Além de o

feijão-de-porco apresentar melhor desenvolvimento e em relação aos demais tratamentos, constatou-se redução na ocorrência de plantas daninhas, causando, possivelmente, efeito supressor alelopático a estas plantas.

O uso de espécies de leguminosas em áreas passíveis de pousio, tem sido preconizado como alternativa interessante para o suprimento de nitrogênio às culturas (Espindola et al., 2006, Silva et al., 2009).

Outra vantagem é que também proporcionam uma adequada cobertura do solo, reduzindo riscos de erosão, atenuando a competição entre plantas espontâneas (daninhas) e culturas, contribuindo, para a uma biodiversidade funcional nas unidades de produção (OLIVEIRA et al., 2003, SILVA, 2007).

O feijão de porco (*Canavalia ensiformis*) é uma das leguminosas que podem ser usadas para a adubação verde, pois são plantas rústicas, anual ou bianual, de clima tropical e subtropical, não suportando geadas fortes. Sendo também resistente a altas temperaturas e à seca e tolerante ao sombreamento parcial, adapta-se tanto aos solos argilosos quanto aos arenosos (CALEGARI, 1993). Além dessa característica, essa leguminosa possui um sistema radicular pivotante que aprofunda de modo eficaz suas raízes mesmo em solos com camadas adensadas (FOLONI et al., 2006).

Uma possibilidade alternativa para se aumentar a produtividade dessas leguminosas é o emprego de radiações ionizantes em sementes para aumentar a produção em culturas de importância econômica. Dependendo da taxa de dose e da dose de radiação ionizante, os organismos apresentam ou não modificações aparentes tais como inibição, morte ou estimulação ou podem ser letais ou inibitórias para os vegetais inibindo germinação de sementes, brotamento de tubérculos, ou induzirem mutações (Luckey, 1980).

Um dos primeiros a utilizarem radiação gama em sementes foram Maureney e Thourenin em 1898 que observaram uma aceleração na germinação das sementes irradiadas com raios-x, após isso, autores como Stan & Croitoru (1970) também observaram o mesmo resultado em sementes de soja e precoce florescimento e aumento na produção de soja.

A possibilidade de estimular plantas de importância 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 (LUCKEY, 1980, CALABRESE & BALDWIN, 2011) Segundo esses autores, ocorre uma radioestimulação nos organismos que 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 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 (1991) 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.

Entretanto, os efeitos das radiações dependem também de outros fatores, como: o gênero, a espécie e a variedade das plantas, condições ambientais e de cultivo, tipo de solo, adubação, etc. (Bovi & Arthur, 2000).

Desde então, o efeito estimulante das radiações gama foi comprovado por diversos pesquisadores em diversos organismos como fungos, bactérias, algas, plantas, invertebrados e até mesmo no homem (BOVI et al., 2003, WIENDL & ARTHUR 2010, HARDER ET AL., 2010, PACKER ET AL., 2010, NAZARÉ, 2011).

O objetivo do trabalho foi avaliar os efeitos das radiações gama do Cobalto-60 em sementes de feijão de porco (*Canavalia ensiformis*) plantadas em dois tipos de substratos.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

O experimento foi conduzido em Piracicaba-SP, no Laboratório de Radiobiologia e Ambiente do CENA/USP, e a espécie utilizada empregada foi o feijão de porco (*Canavalia ensiformis*). Para a realização do experimento todas as sementes do feijão de porco exceto as testemunhas foram irradiadas em uma fonte de Cobalto-60 tipo Gammacell-220, sob uma taxa de dose de 0.486 kGy/hora.

As sementes do feijão de porco foram irradiadas com doses de: 0 (testemunha), 25, 50, 75, 100, 150 e 300 Gy. A avaliação das sementes irradiadas, foram feitas em duas fontes de substratos distintos para uma comparação real dos efeitos da radiação ionizante nas sementes, o primeiro substrato foi a vermiculita um composto sem nenhum mineral, o outro foi a terra comum qualquer coletada no Campus do CENA/USP, para cada tipo de substrato foram utilizados copos plásticos com volumes de 100 ml, com 5 repetições para cada tratamento, cada repetição foi composta de uma semente por copo plástico em um total de 36 sementes para os dois substratos. As sementes germinadas nos diferentes substratos foram avaliadas individualmente até seu crescimento máximo.

O período de avaliação ocorreu a cada dois dias, onde foi observado: o número de sementes germinadas, o crescimento de cada planta germinada através de medidas de altura e o número de folhas emergidas por plantas em ambos os substratos.

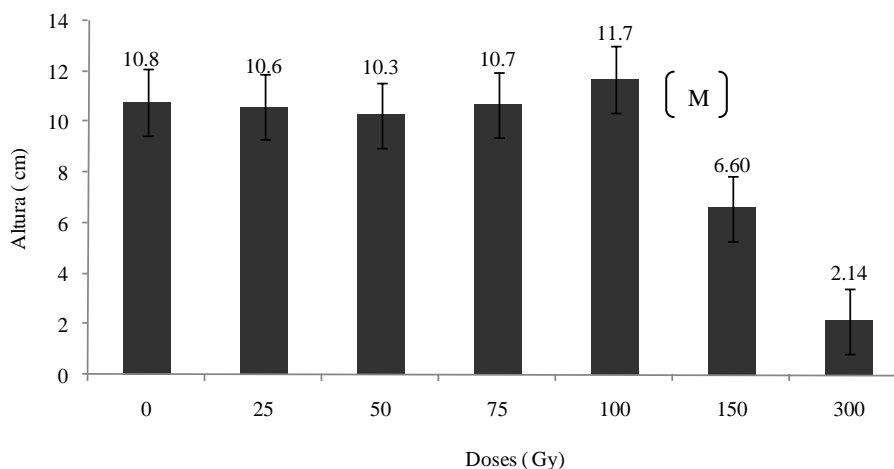
Para a análise estatística dos resultados utilizou-se o programa SAS versão 6.11 e a comparação das médias foi feita através do Teste de Tukey a 5% de significância.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados do crescimento das plantas do experimento em vermiculita encontram-se na tabela 1, a partir desses resultados construiu-se a figura 1 para elucidar melhor esses resultados.

**Tabela 1.** Crescimento semanal do feijão de porco nas doses de radiação ionizante em Vermiculita

Vermiculita	Doses	Data de Avaliação				
		05/10	07/10	09/10	11/10	13/10
	0Gy	5,60	9,9	11,9	12,98	13,93
	25Gy	5,10	9,0	12,69	12,60	13,71
	50Gy	6,30	8,1	12,4	13,09	11,75
	75Gy	5,30	9,35	12,1	13,34	13,60
	100Gy	5,60	9,65	13,95	14,56	14,91
	150Gy	2,70	6,30	7,60	8,17	8,25
	300Gy	1,08	2,05	2,85	2,70	2,05



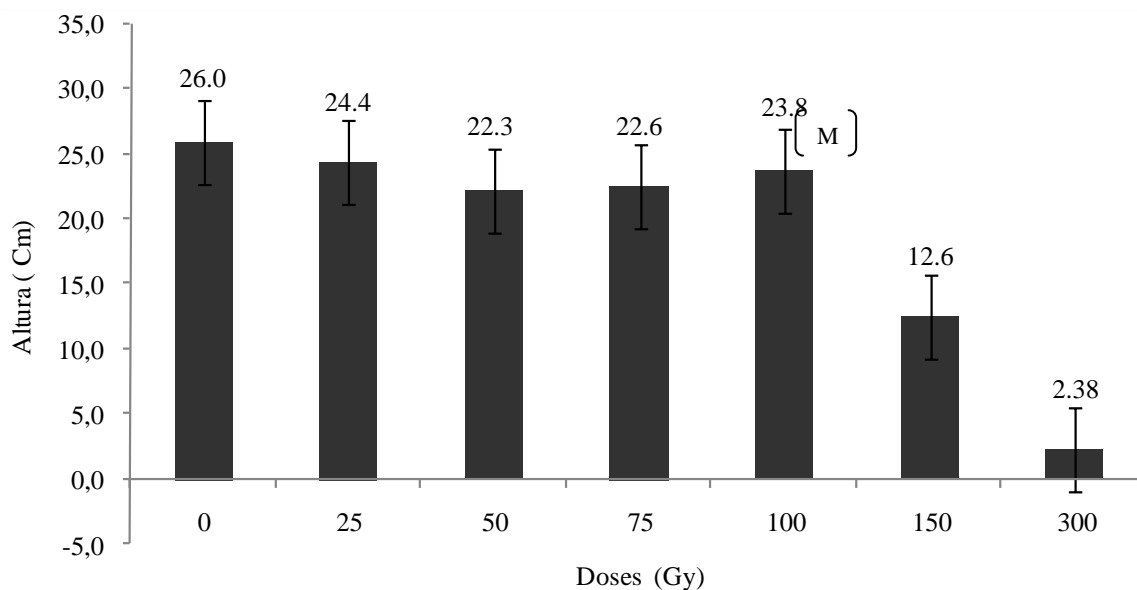
**Figura 1.** Valores médios (M) de altura (Cm) por doses (Gy) no substrato Vermiculita

Podemos observar pelos resultados da tabela 1 e figura 1, que houve um crescimento normal durante o decorrer do experimento em todas as doses de radiação gama, exceto nos tratamentos com as doses de 150 e 300 Gy, onde o crescimento foi menor, provavelmente devido aos efeitos induzidos pelas radiações gama estando de acordo com os trabalhos de (VARGAS et al., 2008, ARANALDE et al., 2010). A altura máxima atingida nesse experimento foi de 11,7 cm na dose de 100 Gy.

Já para o crescimento das plantas no experimento tabela 2 e figura 2 em substrato terra comum, as diferenças de altura das plantas foram maiores, provavelmente porque esse tipo de substrato foi o mais adequado para o crescimento dessa leguminosa devido ser um solo composto de todos os nutrientes essenciais para o desenvolvimentos das plantas

**Tabela 2.** Crescimento semanal do feijão de porco nas doses de radiação ionizante em terra comum

Terra comum	Doses	Data de Avaliação				
		05/10	07/10	09/10	11/10	13/10
	0Gy	9,80	26,8	30,17	31,65	31,97
	25Gy	7,60	22,95	29,88	30,5	31,3
	50Gy	5,60	21,8	26,17	28,6	29,4
	75Gy	5,0	22,2	27,53	28,8	29,5
	100Gy	4,94	22,73	29,98	30,3	31,1
	150Gy	3,0	17,75	13,85	14,27	14,28
	300Gy	1,50	2,50	2,64	2,64	2,64



**Figura 2.** Valores médios (M) de altura (Cm) por dose (Gy) no substrato Terra comum

Os resultados do experimento em terra comum apresentaram um maior desenvolvimento das plantas que no experimento em vermiculita, porém nenhuma dose de radiação ultrapassou a testemunha.

Observa-se que houve uma melhor germinação das sementes irradiadas, os resultados da tabela são semelhantes a outros autores como (WIENDL & ARTHUR, 2010) estão de acordo com, aumento está de acordo com a tabela 3.

**Tabela 3.** Número total de sementes germinadas em 36 sementes plantadas

Doses	Data de Avaliação			
	05/10	07/10	09/10	viáveis
0Gy	20	35	36	80%
25Gy	18	23	36	85%
50Gy	10	36	-	85%
75Gy	12	26	36	76%
100Gy	11	36	-	85%
150Gy	26	36	-	80%
300Gy	0	36	-	88%

No substrato vermiculita as doses de 25, 50, 75 Gy não deferiram estatisticamente da testemunha, portanto essas doses não foram suficientes para induzir algum estímulo suficiente para acelerar o crescimento das plantas.

Já a dose de 100 Gy em vermiculita foi à única que provavelmente tenha induzido algum estímulo no crescimento da planta, foi superior ao da testemunha. As doses de 150 e 300 Gy diferiram estatisticamente dos demais tratamentos devido ao menor crescimento das plantas, induzido pelo efeito deletério das radiações gama.

Na dose de 300 Gy o crescimento de folha não foi observado, sendo que os demais tratamentos apresentaram crescimento foliar. Haut (1998) observou em seu doutorado que o fenômeno hormesis pode explicar um maior crescimento de plantas irradiadas pelo aumento de condições específicas e fisiológicas da planta como mecanismos de defesa e reparação celular. Na tabela 4 ficam evidenciadas as diferenças entre os distintos tratamentos estando esses resultados semelhantes aos de (MOUSSA, 2006, GAZZANEO, 2007)

**Tabela 4.** Comparação das médias semanais nos distintos substratos

Doses	Vermiculita	Terra comum
	Médias Semanais	
0Gy	10,8±3.3 <sup>a</sup>	26,0±8.3 <sup>a</sup>
25Gy	10,6±3.5 <sup>a</sup>	24,4±8.9 <sup>a</sup>
50Gy	10,3±2.9 <sup>a</sup>	22,3±8.7 <sup>a</sup>
75Gy	10,7±3.4 <sup>a</sup>	22,6±9.1 <sup>a</sup>
100Gy	11,7±4.2 <sup>b</sup>	23,8±9.9 <sup>a</sup>
150Gy	6,60±2.3 <sup>b</sup>	12,6±5.0 <sup>b</sup>
300Gy	2,14±0.7 <sup>b</sup>	2,38±0.4 <sup>b</sup>

\*Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey 5%

## CONCLUSÃO

A dose de 100 Gy, no substrato vermiculita foi a única que induziu um certo estímulo nas sementes, acelerando o crescimento da planta.

A dose de 300 Gy, para os dois substratos foi subletal inibindo consideravelmente o desenvolvimento das plantas do feijão de porco.

## LITERATURA CITADA

ALMEIDA, R. T.; VASCONCELOS, L.; NESS, R. L. L. Infecção micorrízica vesículo-arbuscular e nodulação de leguminosas arbóreas no Ceará, Brasil. *Ciência Agrônômica*, Fortaleza, v. 17, n. 1, p. 89-97, 1986.

ARANALDE, G. B.; VIANA, V. E.; LOPES, A. M. SILVA, S. D. A.; BOBROWSKI, V. L. Efeito das diferentes doses de irradiação com cobalto-60 sobre as sementes de mamona cv. cpaact-40. In: XIX CIC - XII ENPOS - II Mostra Científica, 2010, Pelotas. XIX CIC - XII ENPOS – Congresso de Iniciação Científica 2010.

BOVI, J.E., ARTHUR .V. Emprego da Radiação Gama do Cobalto 60 em Sementes de Beterraba (*Beta vulgaris* L.), Cenoura (*Daucus carota* L.) e Rabanete (*Raphanus sativus* L.) Para Estimular o Aumento de Produção. São Paulo: Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares, 2000. 79p. Tese de Doutorado.

BOVI, J.E., ARTHUR .V., TESSARIOLI NETO, J., Effect of low gamma irradiation of beet seeds on plant growth and yield . *Journal of Nuclear agriculture and Biology*, V.32, n.2, p.122-124, 2003.

CALABRESE, E.J. & BALDWIN, L.A. "Radiation hormesis: Its historical foundations as biological hypotesis". Disponível em [www.belleonline.com/n2v82.html](http://www.belleonline.com/n2v82.html) . 22 Nov. de 2011.

Carvalho, A.M. & Amabile, R.F. Cerrado: adubação verde. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2006. 369p.

Calegari, A. Adubação verde no Brasil. 2.ed. Rio de Janeiro: Assessoria de Serviços a Projetos em Agricultura Alternativa, 1993. 346 p.

FOLONI, J. S. S.; LIMA, S. L.; BULL, L. T. Crescimento aéreo e radicular da soja e de plantas de cobertura em camadas compactadas de solo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.30, n.1, p.49-57, 2006.

GAZZANEO, L. R. S.; COLAÇO, W.; ALVES, G. D.; KIDO, E. A.; ISEPPON, A. M. B.; MICHELLE, L.;

KIDO, H. Efeito da Radiação Gama Sobre o Desenvolvimento *in vivo* de *Vigna unguiculata* (L.) Walp. *Revista Brasileira de Biociências*, Porto Alegre, v. 5, supl. 2, p. 81-83, jul. 2007.

HARDER M. N. C.; ARTHUR, V.; FRANCO, C. F. O.; SILVA, L. C. A. S.; GUEDES, B.; MANSIM P. P. Quebra de dormência em sementes de urucum por meio da irradiação gama. . In: II Reunião Nacional da Cadeia Produtiva do Urucum, 2010, Campinas. II Reunião Nacional da Cadeia Produtiva do Urucum. Campinas : IAC, 2010. CD- ROM.

HAUT, J. Z. W. K. S: Hormesis- und Adaptationsphänomene ( Eine Literaturstudie). Munique: Instituto parafarmacologia, toxicologia e farmácia da Faculdade de Veterinária da Universidade de Munique, 1998. Tese de Doutorado.

HEINRICH, R. et al. Características químicas de solo e rendimento de fitomassa de adubos verdes e de grãos de milho, decorrente do cultivo consorciado. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Campinas, v. 29, p. 71-79, 2005.

LUCKEY, T.D. Hormesis with ionizing radiation. Boca Raton, CRC Press, 1980.

Luckey, T.D. Radiation hormesis. Boca Raton, CRC Press, v.1, 320p 1991.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO (MAPA). A importância do feijão de porco (*Canavalia ensiformis* D C) como cultura intercalar em rotação com milho e feijão caupi em cultivo de coqueirais no município de Pedras/Marajó-PA, 4p. 2004.

NAZARÉ, J.; ARTHUR, V. Avaliação dos efeitos da radiação por feixe de elétrons na resistência de embalagens a *Lasioderma serricorne*, *Plodia interpunctella* e *Sitophilus zeamais*. São Paulo: Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares. 2011. Tese de Doutorado.

OLIVEIRA, F.L.; GUERRA, J.G.M.; RIBEIRO R.L.D.; ALMEIDA, D.L; URQUIAGA, S; ESPÍNDOLA, J.A.A. The use of sunn hemp as green manure intercropped with taro. *Horticultura Brasileira* 25: 556-560. 2007.

PACKER, R. M.; SOUZA, E. H.; MARTINELLI, A. P. Germinação *in vitro* e viabilidade de grãos de pólen de três espécies de bromélia com potencial ornamental. In: Simpósio Internacional de Iniciação Científica da USP, 2010, Piracicaba. Anais do 18. SIICUSP, 2010.

SILVA, D.M.E. Influência dos sistemas de exploração agrícola convencional e orgânica em cana-de-açúcar.

Fortaleza: Universidade Federal do Ceará, 2007. 72 p.  
Tese Doutorado.

SILVA, EE; DE-POLLI, .H; LOSS, A.; PEREIRA, .M.G.;  
RIBEIRO, .R.L.D.; GUERRA J.G.M. Matéria orgânica e  
fertilidade do solo em cultivos consorciados de couve com  
leguminosas anuais. Revista Ceres 56: 93-102. 2009.

STAN, S & CROITORU, A. Effects of low, moderate and  
high levels of gamma radiation (  $^{60}\text{Co}$ ) on soybeans  
plants, I. Analysis of growth and yield, Stim. Newsl., 1,  
23,1970.

TEODORO, R. B.; OLIVEIRA, F. L. DE; SILVA, D. M.  
N. DA; FAVERO, C. Produção de Fitomassa e acúmulo  
de Nutrientes em Leguminosas Arbustivas, no Município

de Turmalina – MG. Rev. Bras. De Agroecologia, v.4, n.2,  
2009.

VARGAS D. P.; TERRA G. G.; SOUZA S. A.M.; STEIN  
V. C.; BOBROWSKI V. L. Efeito da radiação gama na  
germinação e no índice mitótico em sementes de tomate-  
cereja *lycopersicon esculentum* var. cerasiforme (dunal) a.  
gray. Revista Verde (Mossoró – RN – Brasil) v.3, n.2,  
p.44-49, 2008.

WIENDL, T. A.; ARTHUR, V. Efeitos de baixas doses de  
radiação gamada Cobalto-60 (Radio-hormesis) em  
sementes de tomate. São Paulo: Instituto de Pesquisas  
Energéticas e Nucleares. 2010. Tese de Doutorado.

Recebido em 21 12 2011

Aceito em 29 03 2012