

Efeitos da radiação gama em sementes de feijão (*Vigna unguiculata* L.) visando o aumento de produção

Effects of the gamma radiations in seeds of bean (Vigna unguiculata L.) for increase the production

Lúcia da Silva Fontes¹, Paula Bergamin Arthur², Valter Arthur³

RESUMO: Sementes de feijão caupi *Vigna unguiculata* L. foram expostas a baixas doses de radiação de gama do Co-60, sob uma taxa de dose de 0,509 kGy/hora, para estudar os efeitos da estimulação da radiação na germinação e crescimento de planta. Quatro tratamentos com doses gama radiação foram aplicadas como segue: 0 (testemunha); 25; 50; 75; e 100 Gy, foram avaliados a germinação das sementes, número de grãos verde, número de grãos colhidos, peso de grãos e a produção total, para identificar se houve a ocorrência de estimulação nas sementes irradiadas. As sementes e plantas foram controladas de acordo como é feito para produção habitual de feijão no Brasil. Baixas doses de radiação gama aplicada nas sementes estimularam a germinação e um substancial aumento no número grão e no peso total de feijão de 8% e 1% respectivamente na dose de 50 Gy.

Palavras chave: Irradiação, hormeses, feijoeiro

ABSTRACT: *Vigna unguiculata* L. seeds were exposed to low doses of gamma radiation from Co-60 source at 0,509 kGy tax rate in order to study stimulation effects of radiation on germination and plant growth. Four treatments gamma radiation doses were applied as follows: 0 (control); 25; 50; 75; e 100 Gy. Seed germination as well as green fruits number, harvested fruit number, fruit weight and total production were assessed to identify occurrence of stimulation. Bean seeds and plants were handled as for usual bean production in Brazil. Low doses of gamma radiation treatment in the seeds stimulate germination and substantially increase number of the grain bean and total production up to 8% and 1% at dose of 50 Gy.

Key words: Irradiation, hormesis, plant bean.

INTRODUÇÃO

As investigações sobre as aplicações de radiações ionizantes, com o objetivo de melhorar a produção agrícola, pela obtenção de novas variedades pela modificação das características genéticas, o que constitui a preocupação da maioria dos pesquisadores, ou o aumento direto da produtividade, sem modificação prévia da herança. Muitos trabalhos mostram que o emprego das radiações ionizantes pode aumentar ou reduzir a produtividade de plantas. O Brasil é o maior produtor de feijão com uma produção média anual de 3,5 milhões de toneladas. A taxa de crescimento projetada da safra é de 1,77% e o crescimento do consumo em torno de 1,22% ao ano, no período de 2009/2010 a 2019/2020, superando as 3,7 milhões de toneladas para 4,31 milhões de toneladas (MAPA, 2012). Vale ressaltar que esses dados referem-se ao feijão comum *Phaseolus vulgaris* (L.) e ao feijão caupi

Vigna unguiculata (L.) Walp. As Regiões Norte e Nordeste do Brasil destacam-se por apresentarem maior consumo de feijão-caupi, especialmente na zona rural. Variando de 9,2 a 21,8 kg/pessoa/ano, de acordo com o Estado. A média regional é de 15 kg/pessoa/ano (ROCHA; FREIRE FILHO, 2012).

Vários trabalhos têm sido realizados com o uso da energia nuclear para estimular vegetais, com a finalidade de se obter um aumento de produção, podendo se tornar uma alternativa para um melhor aproveitamento agrícola de diversas culturas de plantas LUCKEY (1980), KIKUCHI (1987), WIENDL et al., (1993), WIENDL et al., (1994), FRANCO (1999), BOVI (2000).

Os exemplos mais conhecidos de efeitos benéficos de doses baixas de radiação em plantas e animais são o aumento na germinação de sementes, a aceleração no crescimento, o aumento da longevidade, a melhora da fertilidade, a prevenção de tumores e o

*Autor para correspondência

Recebido para publicação em 22/11/2013; aprovado em 03/12/2013

¹Universidade Federal do Piauí. Centro de Ciências da Natureza – Departamento de Biologia, Campus Ministro Petrônio Portella, Teresina-Piauí, CEP: 64.049-550. E-mail: lsfontes@uol.com.br

²Aluna de Doutorado do Centro de Energia Nuclear na Agricultura – CENA/USP, Laboratório de Radiobiologia e Ambiente, Piracicaba, SP. Av. Centenário, 303, C.P 96, CEP 13400-970. E-mail: parthur@cena.usp.br

³Centro de Energia Nuclear na Agricultura – CENA/USP, Laboratório de Radiobiologia e Ambiente, Piracicaba, SP. Av. Centenário, 303, C.P 96, CEP 13400-970. E-mail: arthur@cena.usp.br

aumento na resistência à infecção (BROWN, 1988).

O mecanismo de ação da hormesis não é totalmente compreendido, mas especula-se, que ele esteja relacionado com a produção de radicais livres, reparo e substituição celulares (SAGAN, 1991).

Radicais livres em altas concentrações produzem danos aos tecidos por meio de interações, por exemplo, com DNA, proteínas, lipídeos das membranas celulares, produzindo peróxidos lipídicos (OKAZAKI, 1995).

Ainda de acordo com Okazaki (1995), estudos sugerem que, baixas concentrações de radicais livres podem ser benéficas e mesmo necessárias para o crescimento celular. O organismo vivo dispõe de um sistema defensivo contra os efeitos de radicais livres gerados pela radiação ou por outros agentes, por uma série de antioxidantes, incluindo as enzimas catalase, peroxidase, superóxido dismutase e certos íons metálicos. Reações entre estes agentes, oxidantes e antioxidantes são pouco compreendidas. Admite-se que a extensão do dano ao tecido seja decorrente do equilíbrio entre radicais livres gerados e o sistema defensivo de proteção com os antioxidantes. Estas observações sugerem uma possível explicação para a proteção resultante de radiação de doses baixas ou outros agentes que produzem radicais livres.

Se a radiação estimula a síntese de antioxidantes têm-se então um aumento geral na sua produção contra oxidantes. Vários autores têm demonstrado que um destes antioxidantes, a timidina-kinase tem seu teor aumentado pela radiação em doses baixas (OKAZAKI, 1995).

No caso de radiações hormesis, as baixas doses estimulantes podem não excluir a existência de efeitos adversos e sendo assim, ambos os efeitos coexistem, provocando ao mesmo tempo efeitos benéficos e danosos (SAGAN, 1991).

As doses radioestimulantes em vegetais variam não apenas com os fatores edafoclimáticos do local de cultivo, mas também com o genótipo, uma vez que variedades diferentes de uma mesma espécie têm levado a resultados bastante diferentes para uma mesma dose (BADR *et al.*, 1997; MONTE e DONINI, 1968; ABDEL-FATTAH, 1993).

Haut (1998), em sua tese de doutorado que analisou diversos trabalhos e teorias formuladas para explicação do “Fenômeno Hormesis”, concluiu dizendo que “Alguns sistemas celulares e organismos mostram sob condições muito específicas, Hormesis e reações adaptativas”. Também conclui que as radiações induzem o sistema de defesa e reparação celular e, como este estímulo situa-se na fronteira dos efeitos benéficos e pode atingir os efeitos danosos, o efeito final deve apresentar balanço positivo. Uma vez que esta reação não é provada para todos os sistemas, ainda não é possível no presente momento uma conclusão final sobre o tema.

O emprego de radiações ionizantes surgiu como método alternativo de se aumentar a produção de culturas de importância econômica. Dependendo do nível da dose de radiação ionizante, os organismos apresentam ou não

modificações aparentes tais como inibição, morte ou estimulação (BOVI *et al.*, 2000).

A irradiação de sementes de plantas com determinadas doses de radiação pode promover o aumento e/ou aceleração da germinação, maior desenvolvimento da planta, aumento da produção agrícola e outros. Para a estimulação doses baixas de radiação são mais efetivas porque inibem a germinação das sementes, o brotamento de tubérculos, e induzem mutações (BOVI *et al.*, 2000).

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 tomar uma alternativa para um melhor aproveitamento agrícola (BOVI *et al.*, 2000).

Desde a descoberta da energia nuclear, sabe-se que organismos vivos, submetidos a baixas doses, tem seu material genético preservado, porém é induzido a uma estimulação de suas características fisiológicas. A esse fenômeno dá-se o nome de radiohormese (WIENDL 2013).

Dentro do uso das tecnologias de irradiação, a radiohormese tem-se destacado por apresentar efeitos benéficos no setor agrícola, seja por quebra da dormência natural das sementes, seja pela aceleração do processo de crescimento e desenvolvimento, ou mesmo pelo aumento da produção (LOPES, 2013).

Sendo assim, é necessário um estudo mais aprofundado em espécies e variedades de uso comercial no Brasil, em condições edafoclimáticas específicas e em variedades comerciais de culturas específicas, o que permitirá a utilização desta técnica em larga escala, com benefícios ambientais, sociais e econômicos.

Tendo em vista, a importância da cultura do feijão caupi *Vigna unguiculata*, como fonte de energia e proteica da população do norte e nordeste o objetivo desse trabalho foi irradiar sementes de *V. unguiculata*, visando o aumento da produção.

MATERIAL E METODOS

O experimento foi desenvolvido no Centro de Energia Nuclear na agricultura, da Universidade de São Paulo, CENA/USP, Piracicaba – SP, Laboratório de Irradiação de Alimentos e Radioentomologia e no Departamento de Horticultura da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, ESALQ/USP, Piracicaba, - SP. As sementes de feijão caupi *Vigna unguiculata* L. foram obtidas na Embrapa/PI-CPAMN, sendo a variedade mais plantada na região, BR-17– Gurguéia. Foram irradiadas com doses de: 0(testemunha); 25; 50; 75; e 100 Gy, sob uma taxa de dose de 55 Gy/hora, em uma fonte de Cobalto-60 tipo Gammabeam-650. Após irradiação as sementes foram plantadas no campo em linhas de 40 metros de comprimento, espaçamento de 1 metro entre as linhas, e a cada 40 centímetros 3 sementes, deixando 2 linhas de bordadura. Cada tratamento constou de 4 repetições, com 30 sementes cada, num total de 120 sementes por tratamento.

O delineamento estatístico foi de blocos ao acaso. Após a germinação as plantas receberam tratamentos culturais normais e foram feitas avaliações dos seguintes parâmetros: número de plantas germinadas, tempo de inflorescência e frutificação das plantas ao acaso dentro das repetições. Foram realizadas 5 colheitas a cada 8 dias, fez-se a contagem do número de vagens, peso, volume e número dos grãos por repetição dentro de cada tratamento. Todos os dados foram submetidos a análise de variância através do Teste F, e as médias comparadas entre si pelo teste de Tukey em nível de 5%.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As sementes de feijão irradiadas e a testemunha após plantio apresentaram 100% de germinação, após 03 dias, o período de inflorescência foi de 59 dias e o de

frutificação foi de 62 dias. Pelos resultados da Tabela 1 podemos observar que a dose de radiação gama que induziu estímulo levando a um aumento em todos os parâmetros avaliados foi a dose de 50 Gy. O número total de grãos teve um aumento de 8%, e o que é mais importante na cultura é a produção final de grãos em peso, que foi de 1% em relação a testemunha. Ao se tratar de grandes áreas plantadas sem sombra de dúvida que 1% pode ser bastante significativo em termos de produção final, estando esses resultados semelhantes aos de LUCKEY (1980), KIKUCHI (1987), WIENDL et al., (1994), FRANCO (1999), BOVI (2000), SANTOS et al., (2010), WIENDL, (2010), POLIZEL et al., (2011), VICENTINI, ARTHUR, HARDER (2012), LOPES (2013), WIENDL, et al., (2013).

Tabela 1 – Total do número vagens, peso dos grãos, volume de grãos e número de grãos das cinco colheitas realizadas para cada tratamento obtidas das sementes irradiadas com doses de: 0 (test.); 25; 50; 75 e 100 Gy, de radiação gama do Cobalto-60.

Doses/Gy	Numero total de vagens	Peso total dos grãos	Volume total dos grãos	Numero total grãos
0	1.426,0b	1.973,0a	2.545,0a	15.515,0a
25	1.263,0c	1.563,0b	2.000,0b	13.970,0bc
50	1.563,0a	1.991,0a	2.550,0a	16.835,0a
75	1.374,0b	1.686,0b	2.135,0b	14.835,0b
100	1.228,0c	1.477,6bc	1.865,0c	13.090,0c

Medias com letras distintas diferem entre si em nível de 5%, teste de Tukey

CONCLUSÃO

Pelos resultados obtidos podemos concluir que a dose de 50 Gy foi a que estimulou as sementes de feijão de corda *Vigna unguiculata* aumentando o volume e o peso da produção.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABDEL-FATTAH, M.A. **Stimulation effect of gamma radiation on two tomato cultivars and their first generation Hybrid**. Tese doutorado, Universidade da Alexandria, Faculdade de Agricultura, 1993.

BOVI, J.E. **Emprego da radiação gama do Cobalto-60 em sementes de beterraba (*Beta vulgaris* L.), cenoura (*Dacus carota* L.) e rabanete (*Raphanus raiivus* L.) para estimular o aumento de produção**. Tese de Doutorado. IPEN-USP. São Paulo. 2000. 66p.

BADR, H.M.; ALSADON, A.A.; AL-HARBI, A.R. Stimulation effects of gamma radiation on growth and yield of two tomato (*Lycopersicon esculentum*, Mill.) cultivars. J. King Saudi Univ. v. 9, Agric. Sci. (2), pp 277-286, 1997.

BROWN, K. Does a little radiation do you good? *Atom*, 378, 26-7, 1988.

FERNADEZ, R. R. **Los métodos físicos estimulantes**. No prelo, 2013.

FRANCO, S.S.H. **Interrelação da radiohormese e a incidência de insetos pragas na cultura de milho *Zea mays* L.** Tese de Doutorado, FFCLRP-USP, Ribeirão Preto, 1999, 49p.

LUCKEY, T.D. **Hormesis with ionizing radiation**. Boca Raton, CRC Press., 1980, 200p.

LOPES, K. **Efeito da Radiação Gama (Co^{60}) em sementes de soja (*Glycine max* (L.) e em fungos micorrízicos para estimular o aumento de produção**. Trabalho de Graduação da Faculdade de Tecnologia de Piracicaba, Piracicaba, 2012.

KIKUCHI, O.K. **Efeitos de baixas doses de radiação gama do Cobalto-60 sobre 4 sementes de feijão, arroz e rabanete**. Dissertação de Mestrado. IPEN-USP, São Paulo, 1987, 45p.

HAUT, J. **Zur Wirkung kleiner Strahlendosen: Hormesis und Adaptationsphänomene (Eine Literaturstudie)**. Tese de Doutorado, Instituto para Farmacologia, Toxicologia e Farmácia da Faculdade de Veterinária da Universidade de Munique, 1998.

MAPA – MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. **Feijão. Disponível**

em:

[HTTP://www.agricultura.gov.br/vegetal/cultuas/fiejaõ](http://www.agricultura.gov.br/vegetal/cultuas/fiejaõ). Acesso em: 18 ago. 2013.

Beta vulgaris (L.). In: *II Encontro Nacional de Aplicações Nucleares*, Caxambu, MG, pp. 25-29, Outubro 1993.

MONTI, L.M.; DONINI, B. Response to Chronic gamma irradiation of twenty four Pea genotypes. *Radiat. Bot.* v8, pp 473-487, 1968.

OKAZAKI, K. Efeitos das radiações ionizantes em células, noções básicas. IPEN, Publicação 399. 20 pp. 1995.

ROCHA, M. de M.; FREIRE FILHO, F.R. **Feijão-caupi (Grãos)**. Agência de Informação Embrapa, MAPA. Disponível em: http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/arvore/CONTAG01/_56_510200683537. HTML. Acesso: 18 ago. 2013.

SAGAN, L.A. Radiation Hormesis: evidence for radiation stimulation and speculation regarding mechanisms. *Radiat. Phys. Chem.* 37(2): 313 – 17, 1991.

SANTOS, T. S. *et al.* Resposta de sementes de amendoim a diferentes doses de radiação gama (⁶⁰Co). *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, Campina Grande, v. 14, n. 10, p.1074-1078, 14 jun. 2010. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/rbeaa/v14n10/v14n10a08.pdf>. Acesso em 01 agosto. 2013.

POLIZEL, F. F., ARTHUR, V., HARDER, M. N. C., FRANCO, C. F. O. Influência da radiação gama no poder germinativo de semente de urucum In: 19o SIICUSP, 2011, Piracicaba. *Anais 19o SIICUSP.*, 2011.

VICENTINI, M.; ARTHUR, V.; HARDER, M. N. C. Efeito de baixas doses de radiação gama em sementes de pinhão manso (*Jatropha curca* L). *Bioenergia em Revista: diálogos*, ano 2, n. 2, p. 56-65, jul./dez. 2012.

WIENDL, T. A. **Efeitos de baixas doses de radiação gama do Co-60 (Radio-hormesis) em sementes de tomate**. Tese Doutorado - Universidade de São Paulo, 2010.

WIENDL, F.M.; WIENDL, F.W.; WIENDL, J.A.; VEDOVATTO, A.; ARTHUR, V. Increase of onion yield through low dose of gamma irradiation of its seeds. In: *International Meeting on Radiation Proceeding*, 11 a 16 set. Ankara, Turkia, 1994. 10p.

WIENDL, T. A.; WIENDL, F. W.; ARTHUR, P. B.; FRANCO, S. S. H.; FRANCO, J. G.; ARTHUR, V. Effects of gamma radiation in tomato seeds. 2013 *International Nuclear Atlantic Conference - INAC 2013* Recife, PE, Brazil, November 24-29, 2013, 7p.

WIENDL, F. M. ; WIENDL, F. W. ; WIENDL, J. A. ; ARTHUR, V. . Increase of onion yield through low dose of gamma irradiation of its seeds. *Radiation Physics and Chemistry*, Great Britain, v. 46, n. 4-6, p. 793-795, 1995.

WIENDL, F. M. Radiohormesis em beterrabas vermelhas