

# EFEITO DE DOSES DE IRRADIAÇÃO GAMA SOBRE GEMAS GERMINADAS DE CANA DE AÇÚCAR (*Saccharum Spp*)

Luis Fernando Sanglade Marchiori<sup>1</sup>

Valter Arthur<sup>2</sup>

Fábio Cesar da Silva<sup>3</sup>

Mariane Soares Raposo<sup>4</sup>

Gael Silvia Penaranda Liendo da Silva<sup>5</sup>

Talita Gabriela Goia<sup>6</sup>

## 1 Introdução

A cana-de-açúcar é uma planta alógama do gênero *Saccharum*, originária do Sudeste Asiático, na grande região central da Nova Guiné e Indonésia (DANIELS; ROACH, 1987). Os maiores produtores são Brasil, Índia, China, Tailândia, Paquistão, Austrália, México e Cuba. Essa cultura era considerada até recentemente como pertencendo à família das gramíneas, mas estudos taxonômicos de Cronquist (1981) determinam que a cana-de-açúcar pertença a família das *Poacea*, mas mantém todas as demais denominações abaixo na chave taxonômica (tribo, subtribo, gênero e espécie) (SILVA et al., 2015).

Há uma busca em selecionar variedades mais produtivas e resistente a doenças, o que os programa de melhoramento por meio de cruzamento dirigido aumenta a probabilidade de recombinações genéticas que resultem em genótipo de maior relevância (MACHADO JUNIOR et al., 2015), mas tem-se que selecionar as plântulas superiores em uma população de milhares centenas de milhares de plantas. O trabalho pioneiro de Vieira (1984), utilizou se de gemas da parte reprodutiva da cultura exposta à radiação ionizante para alterações monogênicas ou oligogênicas, se prefere à irradiação da parte reprodutiva, em especial a gema está localizada no entrenó da cana-de-açúcar

---

1 Professor doutor, Faculdade Fatec Piracicaba - Deputado Roque Trevisan - Piracicaba – SP.

E-mail: sanglade.lf@usp.br.

2 Professor doutor, Universidade de São Paulo (USP). Centro de Energia Nuclear na Agricultura (CENA), em Piracicaba – SP.

3 Pesquisador da Embrapa Informática Agropecuária, Campus da Unicamp, em Campinas - SP.

Email:fabio.silva@embrapa.br.

4 Acadêmica: Faculdade de Tecnologia de Piracicaba – FATEC.

5 Engenheira Química, doutoranda na FEQ/Unicamp, em Campinas – SP

6 Acadêmica: Faculdade de Tecnologia de Piracicaba – FATEC.

e segundo Cesnik e Mioque (2004) é formada de reentrâncias e de um poro germinativo que ao germinar emite um broto dando origem a um novo colmo. A propagação vegetativa da cana-de-açúcar é feita através da gema, onde toletes que possuem três gemas (podendo variar) são plantados e assim ocorre a germinação dos novos brotos.

O poro germinativo pode estar situado no ápice da gema, em seu terço superior ou ao redor de sua parte mediana, que recebe o nome respectivamente de apical, subapical e dorsal (CESNIK; MIOQUE, 2004).

Quanto ao tamanho, a gema pode ser grande, média ou pequena e saliente, medianamente saliente ou achatada. Quanto ao aspecto a gema pode ser oval, alongada, pentagonal, retangular, romboide e triangular (CESNIK; MIOQUE, 2004).

A busca por variedades que apresentem maior teor de sacarose é muito antiga e a espécie que teve destaque para essa contribuição foi a *Saccharum officinarum*, que é responsável por grande parte da matéria prima mundial (LANDELL; BRESSIANI, 2008).

Os programas de melhoramento de cana – de – açúcar têm como principal objetivo adquirir plantas com alta produtividade energética (açúcar, etanol e fibra). Para cada região as plantas são desenvolvidas para atender as necessidades edafoclimáticas das mesmas, para que hajam ganhos significativos em cada nicho de produção específica (LANDELL; BRESSIANI, 2008).

O uso da radiação gama como técnica de melhoramento em cana-de-açúcar iniciou-se a partir de 1956, embora os resultados não tenham sido divulgados. Posteriormente alguns centros de pesquisa fizeram uso de radiação gama e conseguiram comprovar seu potencial para induzir mutações na cultura (VIEIRA, p.12, 1984), como induzir a resistência ao vírus do mosaico e aumentar a fibra da cultura.

Vieira (1984) relata que alguns pesquisadores fizeram uso da radiação gama em variedades de cana-de-açúcar e conseguiram mudanças morfológicas em plantas que apresentaram dificuldades de florescimento ou até mesmo o não florescimento. Ele também relata que Rao em 1973 obteve além de mutantes que não floresciam e um clone que produziu 48% a mais de açúcar. A radiação gama consiste na liberação de energia em excesso presente no núcleo do átomo na forma de radiação eletromagnética com energia definida (quântica).

A irradiação acarreta em mudanças a nível celular no sistema biológico. A absorção da radiação pode ocasionar alterações químicas dos componentes celulares acarretando assim em consequências nas atividades das células. Essas mudanças funcionais das células provocam alterações no comportamento do indivíduo que foi submetido a tal técnica. Algumas dessas mudanças não são de fácil percepção necessitando assim que o indivíduo passe por uma ou mais fases do seu ciclo de vida (CARMO, 2013.).

Também pode ocasionar mudanças dos efeitos enzimáticos, no processo de síntese de ribose (RNA) e desoxirribose (DNA) e redução da fosforilação afetando o metabolismo energético. Com isso ocorre mudanças nas funções normais das células, inclusive a reprodução (CARMO, 2013.).

Segundo Trindade (2011), a irradiação é medida através da unidade Grey (Gy) que expressa a quantidade de energia (joules) que é emitida por massa de matéria (Kg), sendo  $1\text{Gy} = 100\text{J/Kg}$ .

Um aspecto a ser considerado para a determinação da dose ótima é a frequência de mutação que é diretamente proporcional ao aumento da dose de irradiação (QUESADA, 1977, apud VIEIRA, 1984).

Segundo Harten (1991) a mutação pode ser definida como uma mudança hereditária de uma célula viva, que não é causada por fenômenos comuns de segregação ou recombinação genética.

Para utilizar de técnicas de radiação, se faz necessário conhecimento da dose letal para o organismo, ou seja, a menor dose em que ocorre a maior quantidade de mortes. Este trabalho teve como objetivo irradiar gemas germinadas de cana-de-açúcar (*Saccharum spp.*) com radiação gama obtida a partir do cobalto-60 ( $Co^{60}$ ) e assim conhecer a dose letal para cultura.

## 2 Metodologia

### 2.1 Materiais

Este trabalho foi realizado no período de julho a novembro de 2012, onde se utilizaram gemas germinadas de cana de açúcar da variedade SP803280, cultivada em campo na ESALQ – USP/Fazenda Areão. A cana de açúcar era cana soca de terceiro corte e com dez meses de ciclo, esta variedade tem como características alto teor de sacarose e produtividade em soqueira; o seu perfilhamento é intermediário e o fechamento das entrelinhas é bom, devido ao crescimento inicial vigoroso; floresce, no entanto apresenta pouca isoporização; seu teor de fibra é alto, o tombamento é regular e a exigência em fertilidade do solo é média; tem boa brotação de soqueira; apresenta sensibilidade média a herbicidas e resistência ao carvão, mosaico, ferrugem e é tolerante à escaldadura; não tem mostrado sintomas da síndrome do amarelecimento; apresenta suscetibilidade à broca (COPLACANA, 2011). A irradiação foi realizada no CENA/USP (Centro de Energia Nuclear na Agricultura) – campus Luiz de Queiroz - Piracicaba.

### 2.2 Métodos

As canas foram colhidas e picadas deixando apenas a região nodal que contém a gema, e assim foram colocadas em caixas contendo areia para que germinassem. As gemas foram postas para germinar para que o tratamento seja aplicado em plântulas com o mesmo estágio vegetativo de desenvolvimento. Após a germinação em caixa de areia, foram separadas as plantas e colocadas em sacos plásticos formando treze grupos com 32 plantas cada. Após separadas foram levadas para o CENA e irradiadas sob diferentes tempos e foram aplicadas 12 doses diferentes começando com 25 GY (4 min. e 24 s), 50 GY (8 min. e 49 s), 75 GY (13 min. e 13 s), 100 GY (17 min. e 38 s), 125 GY (22 min. e 2 s), 150 GY (26 min. e 27 s), 175 GY (30 min. e 51 s), 200 GY (35 min. e 16 s), 225 GY (39 min. e 41 s), 250 GY (44 min. e 5 s), 275 GY (48 min. e 30 s) e 300 GY (52 min. e 54 s) e 1 grupo ficou como testemunha. Depois de irradiadas as gemas foram plantadas em bandeja, onde cada grupo foi colocado em bandejas distintas para posteriores avaliações.

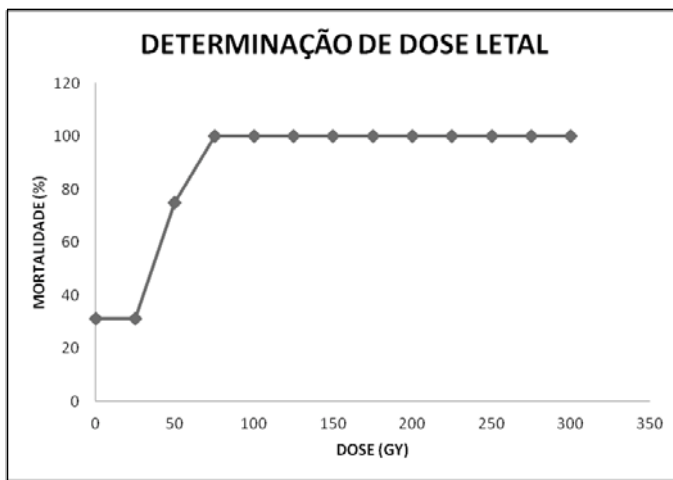
### 3 Resultados e discussões

Com o intuito de aumentar e melhorar a produtividade da cana-de-açúcar (*Saccharum spp.*), se faz necessário o uso de novas técnicas de melhoramento da cultura, no qual trabalho foi testado a utilização de doses de radiação a fim de causar mutações genéticas e fenotípicas no indivíduo, o que já foi demonstrado por Vieira (1984) ser viável para induzir a resistência ao vírus do mosaico da cana de açúcar utilizando –se à irradiação com raios gama na dose de 5,5 kR (~ 55 GY) na gema da cana. Para determinação da dose letal, ou seja, a menor dose que apresenta alto índice de mortalidade foi testando-se à dose crescente de 25 a 300 GY aplicada sobre as gemas separadas germinadas em 13 grupos contendo 32 gemas cada da variedade SP 80-3280. Na tabela 1, apresenta-se o acompanhamento das plântulas que foram submetidas a irradiação gama e comparando-as com a testemunha foi possível notar que ocorreu início de crescimento basicamente em todas, porém no decorrer dos dias as gemas que receberam as doses maiores não prosseguiram com o desenvolvimento e morreram. Na contagem final após 118 dias da irradiação, as plântulas apresentaram a seguinte taxa de mortalidade (Tabela 1), o que fica evidente que há potencial de utilização da irradiação de gemas em dosagem inferior a 50 GY.

**Tabela 1.** Doses de radiação gama e a taxa de sobreviventes e mortalidade das plântulas das gemas.

Doses (GY)	Sobreviventes (%)	Mortalidade (%)
0	62,00	31,25
25	62,00	31,25
50	25,00	75,00
75	0,00	100,00
100	0,00	100,00
125	0,00	100,00
150	0,00	100,00
175	0,00	100,00
200	0,00	100,00
225	0,00	100,00
250	0,00	100,00
275	0,00	100,00
300	0,00	100,00

Na Figura 1, tem-se a curva de mortalidade é crescente e após isso, fica constante, ou seja, com o aumento da dose ocorreu o aumento da taxa de mortalidade, o que segundo Vieira (1984) seria suficiente para induzir a resistência ao vírus do mosaico.



**Figura 1.** Curva de mortalidade das plântulas irradiadas em doses crescentes.

## Conclusão

Com as observações feitas durante o desenvolvimento das gemas irradiadas foi possível concluir que a dose de 25 GY é segura para irradiação da cana-de-açúcar. A dose de 50 GY e as demais apresentaram alto índice de mortalidade.

Novos estudos devem ser elaborados visando determinar a dose letal com intervalos mais estreitos, uma vez que a dose letal está entre as doses de 25 e 50 GY.

## Refrências

- CARMO, L. F. **Efeito das radiações ionizantes sobre os microrganismos.** Concórdia: Centro de Energia Nuclear na Agricultura (CENA- USP). Apostila, 2013.
- CESNIK, R.; MIOCQUE, J. Botânica. In: CESNIK, R.; MIOCQUE, J. (Ed.), **Melhoramento da cana-de-açúcar.** Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2004. p. 37-38.
- COPLACANA. **Características agrônômicas das variedades SP.** 2011. Disponível em: <<http://www.coplana.com/gxpsites/hgxxp001.aspx?1,5,316,O,P,0,MNU;E;32;5;MNU>>. Acesso em: 14 nov. 2012.
- CRONQUIST, A. Na integrated system of classification of flowering plants. New York: Columbia University, 1981. 1262p.
- DANIEL, J.; ROACH, B. T. Taxonomy and evolution. In: HEINZ, D. J (Ed). **Sugarcane improvement through breeding.** Amsterdam: Elsevier, 1987. p. 7-84.

HARTEN, A.M. The beginning of mutation breeding. In: IAEA; FAO (orgs). **Plant Mutation Breeding for Crop Improvement, 1990**. Vienna: International Atomic Energy Agency, 1991.

LANDELL, M.G.A.; BRESSIANI, J.A. Melhoramento genético, caracterização e manejo varietal. In: DINARDO-MIRANDA, L.L.; VASCONCELOS, A.C.M.; LANDELL, M.G.A. (Ed.). **Cana-de-açúcar**. Campinas: Instituto Agrônomo, 2008. p. 101-155.

MACHADO JUNIOR, G. R.; MATSUOKA, S.; RAIZER, A. J.; LANDELL, M. G. de A.; SANTOS, E. G. D. dos; SIMÕES NETO; D. G.; OLIVEIRA, R. A. de. Melhoramento da cana-de-açúcar. In: SILVA, F. C. da; ALVES, B. J. R.; FREITAS, P. L. (org.) **Sistema de produção mecanizada da cana-de-açúcar integrada a produção de energia e alimentos**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2015. v. 1, p. 114-175.

SILVA, F. C. da; ALVES, B. J. R.; FREITAS, P. L. (org.) **Sistema de produção mecanizada da cana-de-açúcar integrada a produção de energia e alimentos**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2015. v. 1, 586p.

TRINDADE. **Como medir a radiação ionizante**. 2011. Disponível em: <<http://ianalitica.wordpress.com/aplicacoes-com-analisadores-insdustriais/emissoes-atmosfericas/radiacao-ionizante/como-medir-a-radiacao-ionizante/>>. Acesso em: 13 nov. 2012.

VIEIRA, M. A. S. **Indução de mutações, através de raios gama, visando resistência ao vírus do Mosaico da cana-de-açúcar**. Dissertação (Mestrado em Biologia) – Instituto de Biologia da Universidade Estadual de Campinas - Unicamp, 1984. p.11,13, 16.

## Referências consultadas

MOZAMBANI, A.E. et al. História e morfologia da cana-de-açúcar. In: SEGATO, S.V. et al. **Atualização em produção de cana-de-açúcar**. Piracicaba: Cadernos Planalsucar, 2006.

SCARPARI, M. S.; BEAUCLAIR, E. G. F. Anatomia e botânica. In: DINARDO MIRANDA, L. L.; VASCONCELOS, A. C. M.; LANDELL, M. G. A. **Cana de açúcar**. Campinas: Instituto Agrônomo, 2008.



Ilustração: Elen Ravanelli