

CIRCULAR TÉCNICA

n. 381 - janeiro 2023

ISSN 0103-4413

Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais
Departamento de Informação Tecnológica
Av. José Cândido da Silveira, 1647 - União - 31170-495
Belo Horizonte - MG - www.epamig.br - Tel. (31) 3489-5000



AGRICULTURA,
PECUÁRIA E
ABASTECIMENTO



MINAS
GERAIS

GOVERNO
DIFERENTE.
ESTADO
EFICIENTE.

Variabilidade em bananeira pela indução de mutação e variação somaclonal¹

José Carlos Fialho de Resende²

INTRODUÇÃO

O impacto da criação de mutações no desenvolvimento de plantas e de uma agricultura sustentável é bem conhecido em todo o mundo (SIVASANKAR; HENG; KANG, 2021). A mutação, que é uma alteração hereditária no material genético de um organismo vivo, pode levar à criação de germoplasmas, que podem ser posteriormente selecionados pelas melhores características, como rendimento, resistência a pragas e doenças, tolerância a estresses abióticos, qualidade nutricional e hábitos de crescimento e de qualidade (SPENCER-LOPES; FORSTER; JANKU-LOSKI, 2018).

O conceito de mutação induzida antecede o início do século XX. Esta técnica, durante os últimos 89 anos, tem desempenhado um papel importante para auxiliar os métodos tradicionais de melhoramento de plantas (AMIN; LASKAR; KHAN, 2015). O surgimento de mutações induzidas possibilitou o desenvolvimento de variedades com características específicas desejáveis, principalmente nas últimas cinco décadas. Em decorrência do uso intensivo de técnicas de mutação em todo o mundo, obteve-se o lançamento oficial de 3.362 variedades mutantes de 240 espécies diferentes, em mais de 75 países (INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, 2020). A utilização de técnicas envolvendo a mutação induzida aumenta a biodiversidade, em razão da presença de variações entre si, que servem de base para o melhoramento convencional de plantas e contribuem diretamente para a conservação e para o uso dos

recursos fitogenéticos.

As mutações são definidas como mudanças herdáveis na sequência do DNA, que não são derivadas de segregação genética ou recombinação. Estas representam a base genética das variações, portanto, servem como ferramenta aos processos de melhoramento genético e evolutivo, e, por ocorrerem ao nível do DNA, acabam produzindo novas formas de gene, denominadas alelos, que podem conferir novas características.

O principal valor das mutações está no aumento da variabilidade. Normalmente, as mutações são recessivas, difíceis de ser detectadas e com efeitos prejudiciais às plantas. Mesmo aquelas consideradas deletérias às plantas podem ser úteis, se levarem, por exemplo, à produção de frutos sem sementes.

Mutações espontâneas são reconhecidas desde o início do século XX como sendo importantes na evolução de espécies, juntamente com a hibridação e a seleção. Raios ultravioletas, raios cósmicos, raios gama, substâncias químicas, fatores nutricionais, entre outros, são causadores de mutações e apresentam uma característica em comum, afetam a sequência de bases nitrogenadas do DNA, proporcionando variabilidade genética graças à substituição, deleção ou adição de bases.

Como a frequência de mutações espontâneas na natureza é extremamente baixa, a utilização de mutações no melhoramento dirigido busca aumentar esta frequência com o emprego de agentes

¹Circular Técnica produzida pela EPAMIG Norte, (38) 3834-1760, epamignorte@epamig.br.

²Eng. Agrônomo, D.Sc., Pesq. EPAMIG Norte - CEMC, Montes Claros, MG, jresende@epamig.br.

mutagênicos (ROUX *et al.*, 2004). A mutagênese in vitro é uma técnica de biotecnologia usada para alterar características agrônômicas, governadas por um ou poucos genes, em genótipos de grande interesse, sendo considerada como um ajuste fino de uma variedade. Os mutagênicos podem ser divididos em químicos: etil-nitroso-ureia (ENH), metil-nitroso-ureia (MNH), azida sódica (SA), etilmetanosulfonato (EMS) e dietil sulfato; e físicos: raios X, raios gama, neutrons rápidos, ultra-violeta e raios laser (JAIN, 2002).

Esta Circular Técnica tem por objetivo apresentar mutantes de bananeira tipo Prata ('Pacovan' e 'Pacovan Ken') com variações morfofisiológicas, decorrentes do uso de indução de mutação por raios gama ou variação somaclonal.

MUTAÇÃO EM BANANEIRA

A bananeira (*Musa spp.*) está entre as frutíferas de maior produção no mundo, sendo utilizada por milhões de pessoas para vários fins, e é classificada entre as cinco maiores culturas no comércio internacional. Bananas e plátanos são importantes componentes de segurança alimentar nos trópicos, onde existem países dependentes desta espécie como fonte de amido, sendo o principal alimento básico.

Em 2019, a área plantada no mundo foi de 5.517.027 ha com produção de 128.778.738 t. Deste total, o Brasil contribuiu com 461.751 ha de área colhida, produtividade de 147.541 kg/ha, com produção total de 6.812.708 t (FAO, 2020).

A altura de plantas em *Musa spp.* é uma das características mais modificadas quando se utiliza a indução de mutação, ou quando são encontradas variantes somaclonais (TANG; TAI, 2001). Neste caso, as técnicas de indução de mutação associadas às de micropropagação in vitro têm sido recomendadas, por facilitarem não somente a indução de variabilidade genética, mas também por permitirem a seleção e a propagação de mutantes promissores.

CONDUÇÃO DO EXPERIMENTO E RESULTADOS

Os experimentos foram conduzidos no Laboratório de Melhoramento de Plantas do Centro de Ener-

gia Nuclear na Agricultura (Cena) da Universidade de São Paulo (USP), em Piracicaba, SP; no Campo Experimental de Mocaminho (CEMO) da EPAMIG Norte, em Jaíba, MG; na Agência Paulista de Tecnologia para os Agronegócios (Apta), em Presidente Prudente, SP; e na Embrapa Mandioca e Fruticultura, em Cruz das Almas, BA.

Explantos da variedade Pacovan (AAB) foram submetidos à irradiação com raios gama nas doses de 0, 10, 20, 30 e 40 gray³ (Gy), e da 'Pacovan Ken' (AAAB), provenientes de explantes irradiados com raios gama nas doses de 0, 10, 20, 30, 40 e 50 Gy, além de 12 subcultivos in vitro para avaliar a variação somaclonal nas duas variedades. O objetivo do projeto é selecionar plantas com redução de porte e com produtividade igual ou superior às das variedades originais, sem alteração do ciclo de cultivo.

Na Figura 1 são identificadas algumas alterações morfológicas, dentre tantas encontradas, induzidas pelo uso do mutagênico físico (raios gama). Observou-se que a maioria das modificações foram predominantemente negativas. Maiores doses utilizadas conferem grandes alterações morfogenéticas nas plantas, cujas doses letais média⁴ – lethal dose (LD₅₀) variam de espécie a espécie, ploidia e tipo de mutagênico.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A variação está entre os principais fatores, sem os quais não se pode imaginar a melhoria das espécies em todos os aspectos. Dentre os vários métodos de criação na cultura, a mutação de plantas, ou seja, a mutação induzida é um dos métodos proeminentes de variação genética. O método convencional de reprodução leva algum tempo para melhorar uma variedade de cultivo pelo acréscimo muito lento na variação genética, portanto, a mutação induzida é fundamental na criação de variabilidade em curto período. Nos últimos anos, a criação de mutações vem-se tornando popular e já é adotada por vários países. A mutação melhora vários caracteres qualitativos e quantitativos da planta cultivada e é aplicada com sucesso em vários cereais, leguminosas, sementes oleaginosas, vegetais, frutas, plantas medicinais, plantas ornamentais e culturas forrageiras.

³Gray (representado por Gy) é a unidade no Sistema Internacional de Unidades (SI) de dose absorvida. Representa a quantidade de energia de radiação ionizante absorvida (ou dose) por unidade de massa. Um gray é igual a um joule (J) de radiação absorvida por um quilograma de matéria (j/kg).

⁴Dose que reduz em 50% a taxa de sobrevivência em relação ao controle.

Figura 1 - Alterações morfológicas em bananeira após irradiação com raios gama



Fotos: José Carlos Filho de Resende

Nota: A - Alterações na estrutura das folhas, principalmente no limbo; B - 'Pacovan' com limbo foliar em leque; C - Bainha foliar desestruturada; D - Raquitismo e deficiência nutricional; E - Bainhas foliares desprendidas desde a base da planta; F - Efeito drástico na plântula por dose alta do mutagênico; G - Efeito da radiação gama em explantes de 'Pacovan'; H - Excesso de pigmentação em 'Pacovan Ken'; I - Mudança de coloração do pseudocaule.

Com o avanço de vários cultivos de plantas, genética e ferramentas biotecnológicas, o uso de mutações contribui para o aumento da produção global de alimentos.

AGRADECIMENTO

Ao Banco do Nordeste - Escritório Técnico de Estudos Econômicos do Nordeste (Etene)/Fundo de Desenvolvimento Econômico, Científico, Tecnológico e de Inovação (Fundeci) e à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (Fapemig) pela colaboração no financiamento de parte do Projeto. Menção especial a João Felizardo Soares (*in memoriam*), pela dedicação na condução dos ensaios de pesquisa no Campo Experimental de Mocambinho (CEMO) da EPAMIG Norte, em Jaíba, MG.

REFERÊNCIAS

AMIN, R.; LASKAR, R.A.; KHAN, S. Assessment of genetic response and character association for yield and yield components in Lentil (*Lens culinaris* L.) population developed through chemical mutagenesis. **Cogent Food & Agriculture**, v.1, n.1, 1000715, 2015. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/23311932.2014.1000715>. Acesso em: 19 jan. 2023.

FAO. **Faostat**. Rome: FAO, 2020. Disponível em: www.fao.org/faostat/en/#home. Acesso em: 21 maio 2022.

INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY. **Mutant Variety Database**. Viena: IAEA, [2020]. Dispo-

nível em: <https://www.iaea.org/resources/databases/mutant-varieties-database>. Acesso em: 8 dez. 2022.

JAIN, S.M. A review of induction of mutations in fruits of tropical and subtropical regions. **Acta Horticulturae**, n.575, p.295-302, 2002. Trabalho apresentado no International Symposium on Tropical and Subtropical Fruits, 2002, Cairns, Australia. [Proceeding].

ROUX, N.S. Mutation induction in *Musa* – review. In: JAIN, S.M.; SWENNEN, R. (ed.). **Banana improvement: cellular, molecular biology, and induced mutations**. Enfield: Science Publishers, 2004. pt.3, p.23-32. (Conference paper).

SIVASANKAR, S.; HENG, L.H.; KANG, S.Y. Agriculture: improving crop production. In: GREENSPAN, E. (ed.). **Encyclopedia of Nuclear Energy**. [S.l.]: Elsevier Inc, 2021. v.4, p.290-301. Section 12: Medical, Industrial and Agricultural applications of Nuclear Technology.

SPENCER-LOPES, M.M., FORSTER, B.P.; JANKU-LOSKI, L. (ed.). **Manual on mutation breeding**. 3rd ed. Roma: FAO; Viena: IAEA, 2018.

TANG, C.Y.; TAI, C.H. Improvement of the horticultural traits of Cavendish banana (*Musa spp*, AAA group) through somaclonal variation. **Tropical Agriculture**, London, v.78, n.1, p.40-47, 2001.

BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

RESENDE, J.C.F. de. **Melhoramento da bananeira (*Musa spp.*) utilizando indução de mutação com raios gama e variação somaclonal para a redução da altura de plantas**. 2005. 155f. Tese (Doutorado em Ciências) - Centro de Energia Nuclear na Agricultura, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2005.