

Desenvolvimento de linhagens macho-estéreis (A) e mantenedoras (B) de sorgo sacarino¹

Ruane Alice da Silva², Rafael Augusto da Costa Parrella³, Michele Jorge da Silva⁴

¹Trabalho financiado pelo CNPq/Fapemig

² Estudante do Curso de Agronomia da Univ. Fed. de São João del-Rei, Bolsista PIBIC do Convênio Fapemig/CNPq/Embrapa/ FAPED

³ Pesquisador da Embrapa Milho e Sorgo

⁴ Estudante de Doutorado em Genética e Melhoramento de Plantas - UFV

Introdução

É notório que o sorgo sacarino (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) tem sido cada vez mais alvo de estudos como fonte alternativa de matéria-prima para a produção de bioenergia, isso por apresentar vantagens como ciclo curto, colmos suculentos com açúcares fermentáveis, alto potencial de produção de massa verde e possível utilização do bagaço como fonte de energia para a geração de eletricidade ou etanol de segunda geração, além disso, a instalação da cultura é realizada por meio de sementes, facilitando assim a operacionalidade e a mecanização (MAY et al., 2014). A fim de auxiliar a expansão agrícola do sorgo sacarino e otimizar a produção de etanol, o melhoramento genético entra como uma ferramenta essencial na obtenção de cultivares com alta capacidade energética e viáveis, sob os pontos de vista industrial e agrônomo. Diante disso, existe a necessidade do desenvolvimento de novas linhagens, para posterior geração de híbridos com alta capacidade de produção de açúcares fermentescíveis para produção de etanol.

A planta de sorgo apresenta flores completas, distribuídas ao longo da panícula, sendo que a polinização ocorre antes da abertura completa da flor, dificultando a polinização cruzada, o que caracteriza a espécie como autógama. Contudo, a descoberta do sistema de macho-esterilidade genético citoplasmática, de herança materna, possibilitou o desenvolvimento de linhagens macho-estéreis, as quais são utilizadas como fêmeas para produção de sementes de híbridos comerciais. Dessa forma, para geração de híbridos de sorgo são necessários três tipos de linhagens, denominadas A, B e R (HOUSE, 1985). As linhagens A e B são isogênicas e diferenciam-se apenas pelo citoplasma: a linhagem A possui citoplasma que confere o fenótipo de macho-esterilidade, quando associado aos genes nucleares recessivos para restauração da fertilidade, e a linhagem B possui citoplasma normal e, portanto, a planta apresenta a parte masculina fértil, mesmo com alelos recessivos nucleares para restauração de fertilidade (SMITH; FREDERIKSEN, 2000). Logo, o híbrido é obtido a

partir do cruzamento entre uma linhagem A (fêmea) macho-estéril, com uma linhagem R (restauradora) que apresenta alelos dominantes para genes de restauração de fertilidade.

Para produção em escala comercial, os híbridos de sorgo sacarino devem apresentar características agronômicas favoráveis, sendo necessário que ambos os parentais apresentem caldo e açúcar nos colmos, pois estas estão entre as principais características de interesse. Os programas de melhoramento de sorgo devem obter linhagens A, B e R, entretanto ainda é incipiente a utilização de linhagens macho-estéreis de sorgo sacarino para desenvolvimento de híbridos. Diante do exposto, o objetivo do presente trabalho foi o desenvolvimento de linhagens A e B para produção de híbridos de sorgo sacarino.

Material e Métodos

Os trabalhos foram conduzidos na Embrapa Milho e Sorgo, situada na cidade de Sete Lagoas, região central de Minas Gerais, 19° 27' 57" de latitude sul e 44° 14' 49" de longitude oeste.

Inicialmente foi realizado o cruzamento da linhagem CMSXS157 B com a linhagem BR505 R. Para isto, procedeu-se a emasculação da primeira linhagem e coletou-se pólen da linhagem BR505 para realização do cruzamento e obtenção da geração F₁. Em seguida, realizou-se autofecundação e obtenção da geração F₂, que foi semeada para seleção de plantas individuais de porte baixo (<2,00m). Cada planta selecionada deu origem a uma progênie, que foi conduzida pelo método genealógico, para avanço da endogamia em gerações sucessivas, e assim, dispor de novas linhagens mantenedoras (B). Paralelamente, a partir da geração F_{2,3} foi iniciado um programa de retrocruzamento para introdução de citoplasma estéril e desenvolvimento das linhagens macho-estéreis (A). Para isto, as progênies B foram cruzadas com a linhagem CMSXS157 A, que eram semeadas aos pares. Vale salientar, que as linhagens mantenedoras disponíveis apresentavam caldo no colmo, mas com baixos teores de açúcar. Dessa forma, foi necessário transferir este caráter às linhagens B, através de cruzamentos com linhagens R, que possuem altos teores de açúcar no colmo. O cruzamento da linhagem R, que apresenta alelos dominantes (*Rf*) e uma linhagem B, que apresenta alelos recessivos (*rf*) para genes de restauração de fertilidade, resultou na geração F₁ heterozigótica (*Rfrf*). Com isto, as progênies B segregaram para este gene e aquelas que restauravam fertilidade na progênie A (*Rf*) em desenvolvimento, durante o programa de retrocruzamento, eram eliminadas. Para mensuração do teor de açúcar, em

cada planta em desenvolvimento foi extraído caldo e medido o teor de sólidos solúveis totais (SST) em todas gerações, com auxílio de um refratômetro no campo. Apenas as progênies com teor de SST maior que 15° Brix foram selecionadas.

Foram obtidos 8 pares de linhagens macho-estéreis (A) e mantenedoras (B), que se encontram na geração RC₈ e F_{2:13}, respectivamente. As linhagens foram multiplicadas, com semeio em abril de 2015, em canteiros protegidos por plástico transparente no teto e sombrite na lateral. Foi realizada adubação do plantio utilizando 300 kg/ha de 08-28-16 e 150 kg/ha de ureia, em cobertura. Cada linhagem foi semeada com uma fileira de 6 metros para a linhagem B, intercalada por 2 fileiras de 6 metros para a linhagem A, com espaçamento de 0,50 m. A partir de uma fileira da linhagem A e uma fileira da linhagem B, foram mensurados os caracteres florescimento, altura de plantas e retirou-se uma amostra de plantas para avaliação da extração de caldo e sólidos solúveis totais.

Descrição dos caracteres agroindustriais avaliados:

Florescimento (FLOR): trata-se do número de dias decorridos a partir da data de plantio até a emissão de pólen das estruturas florais, de 50% das plantas de cada parcela experimental;

Altura de Planta (AP): na época da colheita, foi realizada a medida da altura média das plantas (cm) na área útil da parcela, partindo da superfície do solo ao ápice da panícula;

Extração de caldo (EXT): foram amostradas aleatoriamente 8 a 10 plantas, sem panículas, por parcela. Em seguida, as plantas foram desintegradas em desfibrador e homogeneizadas. Posteriormente, foi retirada uma amostra de aproximadamente 500 +/- 0,5 g para a extração do caldo em prensa hidráulica, com pressão mínima e constante de 250 kgf/cm² sobre a amostra, durante o tempo de 1 minuto. A partir do caldo extraído, foram anotados o peso (g) e o volume (mL) de caldo extraído da subamostra;

Sólidos Solúveis Totais (SST): foi determinado através do refratômetro digital de leitura automática, no qual os dados são lidos em °Brix.

Resultados e Discussão

Os valores médios para florescimento (dias), altura de plantas (m), extração de caldo no colmo (%) e sólidos solúveis totais no caldo (°Brix), avaliados em oito pares de linhagens macho-estéreis (A), e mantenedoras (B), de sorgo sacarino estão apresentados na Tabela 1. O ciclo das linhagens variou de 79 a 90 dias, com altura de 1,20 a 1,97 m, extração de caldo de 54 a 66% e sólidos solúveis totais no caldo de 14,80 a 18,20 °Brix. As linhagens macho-estéreis são utilizadas como parentais femininos em combinações

híbridas, e estas novas linhagens sacarinas, deste grupo A e B, apresentaram como caracteres essenciais alta extração de caldo, superior a 50%, associados com alto teor de sólidos solúveis totais no caldo, que é uma medida indireta do teor de açúcares. Os valores de extração de caldo e SST foram equivalentes às melhores cultivares de sorgo sacarino disponíveis no mercado, como observado por Souza et al. (2013) e Figueiredo et al. (2015).

Tabela 1. Valores médios para florescimento, em dias após o plantio, altura de plantas, em metros, extração de caldo no colmo, em porcentagem e sólidos solúveis no caldo, em °Brix, avaliados em oito pares de linhagens macho-estéreis (A) e mantenedoras (B) de sorgo sacarino, em Sete Lagoas-MG, 2015.

Denominação Experimental	Reação Citoplasma	Geração	Florescimento (dias)	Altura (m)	Extração de caldo (%)	SST (°Brix)
CMSXS5501A	Estéril	RC8	85	1.20	54	15.80
CMSXS5501B	Fértil	F13	82	1.23	55	14.80
CMSXS5502A	Estéril	RC8	80	1.70	58	17.40
CMSXS5502B	Fértil	F13	79	1.79	60	17.00
CMSXS5503A	Estéril	RC8	80	1.76	61	16.60
CMSXS5503B	Fértil	F13	79	1.96	62	17.10
CMSXS5504A	Estéril	RC8	84	1.65	58	18.20
CMSXS5504B	Fértil	F13	83	1.73	61	18.00
CMSXS5505A	Estéril	RC8	83	1.95	66	16.00
CMSXS5505B	Fértil	F13	84	1.96	62	16.30
CMSXS5506A	Estéril	RC8	83	1.87	62	18.20
CMSXS5506B	Fértil	F13	84	1.85	61	15.90
CMSXS5507A	Estéril	RC8	81	1.50	59	16.30
CMSXS5507B	Fértil	F13	83	1.51	61	15.90
CMSXS5508A	Estéril	RC8	89	1.78	59	17.40
CMSXS5508B	Fértil	F13	90	1.97	61	15.90

As linhagens macho-estéreis (A) estão sendo utilizadas pelo programa de melhoramento genético da Embrapa Milho e Sorgo para confecção de híbridos experimentais de sorgo sacarino. Nos resultados preliminares obtidos por França et al. (2014) e Moura et al. (2015), os híbridos oriundos destas novas fêmeas apresentaram alta produção de biomassa e alto teor de açúcar no caldo, que são caracteres essenciais para o setor sucroenergético. Estes híbridos continuarão sendo avaliados em vários ambientes, para avaliação da adaptação quanto a produção de biomassa e teor de açúcar no caldo, visando uma recomendação segura de cultivares para produção de etanol no Brasil.

Conclusão

Foi possível o desenvolvimento de linhagens A e B para produção de híbridos de sorgo sacarino.

As linhagens A e B desenvolvidas apresentaram características favoráveis para o setor sucroenergético, principalmente alta extração de caldo e alto teor de sólidos solúveis totais no caldo.

Referências

FIGUEIREDO, U. J. de; NUNES, J. A. R.; PARRELLA, R. A. da C.; SOUZA, E. D.; SILVA, A. R. da; EMYGDIO, B. M.; MACHADO, J. R. A.; TARDIN, F. D. Adaptability and stability of genotypes of sweet sorghum by GGEBiplot and Toler methods. **Genetics and Molecular Research**, Ribeirão Preto, v. 14, n. 3, p. 11211-11221, 2015.

FRANÇA, A. E. D. de; PARRELLA, R. A. da C.; SOUSA, V. F. de; MOURA, S. M.; SILVA, M. J. da; MAY, A. Adaptabilidade e estabilidade de genótipos de sorgo sacarino avaliada pelos métodos de Centróide e Annicchiarico. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 30.; SIMPÓSIO SOBRE LEPTÓPTEROS COMUNS A MILHO, SOJA E ALGODÃO, 1., 2014, Salvador. **Eficiência nas cadeias produtivas e o abastecimento global: resumos expandidos**. Sete Lagoas: Associação Brasileira de Milho e Sorgo, 2014. 1 CD-ROM.

HOUSE, L. R. **A guide sorghum breeding**. Patancheru: ICRISAT, 1985. 206 p.

MAY, A.; PARRELLA, R. A. da C.; DAMASCENO, C. M. B.; SIMEONE, M. L. F. Sorgo como matéria-prima para produção de bioenergia: etanol e cogeração. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 35, n. 278, p. 14-20, jan./fev. 2014.

MOURA, M. M. de; OLIVEIRA, I. C. M.; SILVA, K. J. da; RIBEIRO, L. C. A.; PARRELLA, N. N. L. D.; PARRELLA, R. A. da C.; MAY, A. Adaptabilidade e estabilidade de sorgo sacarino em diferentes ambientes. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MELHORAMENTO DE PLANTAS, 2015, Goiânia. **O melhoramento de plantas, o futuro da agricultura e a soberania nacional: anais**. Goiânia: UFG: SBMP, 2015. 1 CD-ROM.

SMITH, C. W.; FREDERIKSEN, R. A. (Ed.). **Sorghum: origin, history, technology, and production**. New York: John & Sons, 2000. 824 p.

SOUZA, V. F. de; PARRELLA, R. A. da C.; TARDIN, F. D.; COSTA, M. R.; CARVALHO JUNIOR, G. A. de; SCHAFFERT, R. E. Adaptability and stability of sweet sorghum cultivars. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, Londrina, v. 13, p. 144-151, 2013.