

Análise do potencial econômico de variedade de cana geneticamente modificada para produção de açúcar

Bruno de Oliveira Garcia¹, Hugo Bruno Correa Molinari², Thályta Fraga Pacheco³, Adilson Kenji Kobayashi⁴, Geraldo Veríssimo Souza Barbosa⁵, Luciano Vilela Paiva⁶, Rosana do Carmo Nascimento Guiducci⁷

Resumo

O objetivo deste trabalho é analisar o impacto econômico *ex ante* de variedade de cana-de-açúcar geneticamente modificada para fabricação do açúcar, considerando o desempenho da variedade na fase industrial, em cenários de adoção da tecnologia. Trata-se de uma variedade de cana geneticamente modificada, que possibilita a redução de 70% do escurecimento do caldo de cana na etapa de processamento. Foram utilizados dados de mercado, relativos ao custo total, custo de insumos e custo da etapa de clareamento do caldo de cana, no processo de produção de açúcar. A partir dos resultados obtidos na pesquisa, estimou-se o impacto da variedade modificada no custo de produção, tendo em vista mudanças no processamento, especialmente na etapa de clareamento. Avaliaram-se ganhos econômicos frente às exportações e produção total de açúcar na safra 2019/2020. O custo de clareamento por tonelada de açúcar foi estimado em R\$ 6,02 na região Centro-Sul e R\$ 11,36 na região Nordeste. Com base nas exportações de 2019/2020, estimou-se ganho econômico de R\$ 103,70 milhões no Centro Sul e R\$ 16,34 milhões no Nordeste, caso a tecnologia fosse adotada. Levando em conta a produção nacional, se a tecnologia fosse adotada em 20% da produção, o ganho estimado por região é de R\$ 32,35 milhões e R\$ 6,61 milhões, respectivamente, podendo chegar a R\$ 161,75 milhões e R\$ 33,06 milhões caso toda a produção derivasse desta tecnologia. Conclui-se que a variedade tem potencial para aumentar a competitividade e as margens líquidas obtidas na indústria brasileira de açúcar.

Palavras-chave: custo de produção, eficiência econômica, açúcar, variedade de cana.

Introdução

A produção mundial de açúcar em 2020/21 é estimada em 188.077 mil toneladas, sendo o Brasil responsável por 39.480 mil toneladas, o que equivale a 21% da produção mundial (USDA, 2020).

¹ Doutorando em Biotecnologia Vegetal, Universidade Federal de Lavras, brunodeoliveiragarcia@gmail.com

² Engenheiro-agrônomo, doutor em Agronomia, pesquisador da Embrapa Agroenergia, hugo.molinari@embrapa.br

³ Engenheira química, mestre em Engenharia Química, analista da Embrapa Agroenergia, thalyta.pacheco@embrapa.br.

⁴ Biólogo, doutor em Ciências Biológicas, pesquisador da Embrapa Agroenergia, adilson.kobayashi@embrapa.br

⁵ Engenheiro-agrônomo, doutor em Agronomia/Produção Vegetal, professor Associado da Universidade Federal de Alagoas e Coordenador do Programa de Melhoramento Genético de Cana-de-açúcar da Ridesa/UFAL, gvsbarbosa@gmail.com

⁶ Engenheiro-agrônomo, doutor em Fitotecnia, professor titular da Universidade Federal de Lavras, luciano@ufla.br

⁷ Economista, doutora em Economia Aplicada, pesquisadora da Embrapa Agroenergia, rosana.guiducci@embrapa.br

Na safra 2019/2020 o Brasil produziu 29.795,7 mil toneladas de açúcar, sendo 2.909,0 mil toneladas na região Norte/Nordeste (9,76%) e 26.886,7 no Centro-Sul (90,24%) (Conab, 2020).

As condições de mercado e as estimativas da safra de cana-de-açúcar 2020/2021, sinalizam que tanto a produção quanto a exportação de açúcar devem aumentar. Estima-se que 45,8% da safra na região Centro-Sul e 52,8% na região Norte/Nordeste sejam destinadas à produção de 39,5 milhões de toneladas de açúcar (Figura 1) (Conab, 2020).

O crescimento estimado da produção mundial de açúcar é de 13% em relação à safra anterior, enquanto no Brasil o aumento esperado é 32% (USDA, 2020). A queda no consumo de etanol no mercado interno brasileiro devido a menor mobilidade da população diante da pandemia é um dos fatores que contribuiu para o aumento da produção de açúcar neste ano. As exportações deverão se elevar em 45%, passando de 18,9 milhões de toneladas em 2019 (Observatório da Cana, 2020) para 28,85 milhões de toneladas em 2020 (USDA, 2020). O aumento das exportações brasileiras é estimulado, sobretudo pela redução na oferta mundial devido as adversidades climáticas em importantes países produtores da Ásia e pela desvalorização cambial. De acordo com dados do Ministério da Economia, na média de abril a julho de 2020, o aumento nos preços de exportação foi de 63% em dólar e 127% em reais.

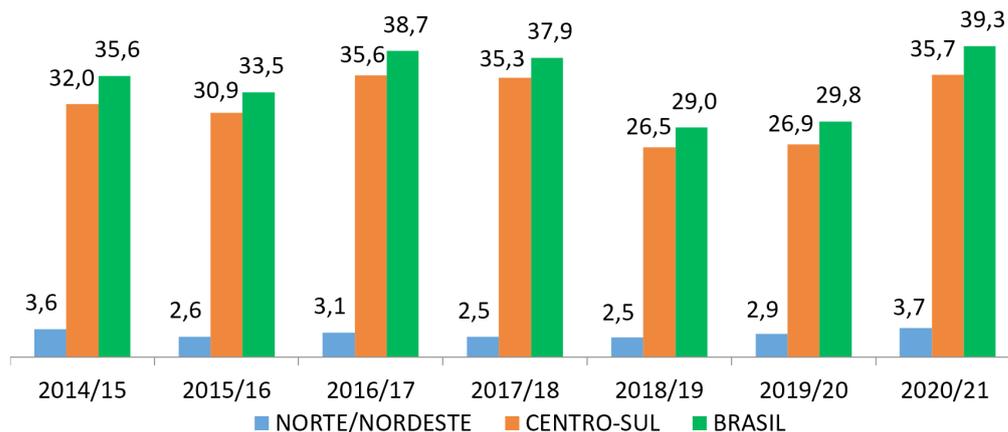


Figura 1. Produção de açúcar no Brasil e regiões, em milhões de toneladas.

Fonte: Conab (2020).

Apesar da importância econômica do açúcar, os produtores no Brasil operam com margens líquidas baixas ou mesmo negativas em determinados períodos. Isso porque embora o país tenha influência na formação de preços, por ser um grande produtor e exportador, o açúcar é uma commodity internacional cujo preço é definido em bolsas de mercadorias no exterior. Estudo do Pecege (2015) aponta que até o 3º trimestre da safra 2019/2020 as Usina do Centro-Sul registravam prejuízos operacionais, já que o custo de produção médio de açúcar VHP (bruto) ficou em R\$ 1.274,66 a tonelada, o que representa uma alta de 0,51% em comparação com a safra anterior, e o preço de venda era de R\$ 968,14 a tonelada (Canaonline, 2020).

O custo total da produção do açúcar é dependente das operações unitárias até o produto final, o que determina a quantidade de operações para o clareamento é a qualidade do caldo extraído cana-de-açúcar.

O processo de produção do açúcar é compreendido pelas etapas de (i) colheita, (ii) extração e peneiração do caldo para retirada do bagacilho, (iii) clarificação do caldo para a retirada de substâncias que proporcionam cor escura ao caldo, (iv) evaporação e concentração do caldo para transformá-lo em xarope, (v) e cristalização em baixa temperatura (Rein, 2016). O processo de clarificação do caldo, após o custeio agrônomico de plantio da cana-de-açúcar, representa a segunda etapa mais onerosa para a obtenção do açúcar. Os pigmentos presentes na cana-de-açúcar, tais como as clorofilas, antocianinas, e principalmente os polifenóis causam o escurecimento do caldo (Hoing, 2013; Bourzutschky, 2005; Mersad et al. 2003). Os polifenóis são os principais substratos da polifenol oxidase responsáveis pela conversão de polifenóis em ortoquinonas que por sua vez reagem formando as melaninas (Bucheli et al., 1996), compostos que conferem cor escura ao caldo. Dentre as técnicas desenvolvidas para a realização da clarificação do caldo, muitas delas são de alto custo ou pouco eficientes. Desta forma, o método de sulfitação é comumente utilizado pela indústria sucroalcooleira. Entretanto, o dióxido de enxofre liberado pela queima controlada do enxofre neste processo, contamina o caldo da cana com substâncias prejudiciais à saúde humana (Machado et al. 2006). Estudos mostram que as polifenóis oxidases contribuem com 70% do escurecimento do caldo da cana da variedade RB92579 (Garcia, 2020). Dados não publicados). Esta variedade é altamente produtiva, com características agrônomicas desejáveis, e ocupa aproximadamente 40% da área plantada de cana na região Nordeste e a quarta variedade mais plantada na região Centro-Sul do país, porém apresenta cor do caldo escuro. Uma alternativa para este problema é a modificação genética para que as enzimas não sejam expressas e não atuem no escurecimento do caldo da cana-de-açúcar.

Neste contexto, o desenvolvimento de tecnologias que possam agregar ganhos de eficiência e retorno econômico é fundamental para o desenvolvimento do setor e manutenção do Brasil como líder no mercado mundial.

O objetivo deste trabalho é avaliar ganhos econômicos com a utilização de variedade de cana-de-açúcar geneticamente modificada desenvolvida pela Embrapa, que apresenta propriedades de redução em 70% do escurecimento do caldo de cana, podendo eliminar parcial ou totalmente a etapa de clareamento do açúcar.

Material e Métodos

A análise proposta neste estudo envolve o levantamento de dados secundários relativos ao custo de produção de açúcar, preços de mercado, estimativa de custo da etapa industrial de clareamento do açúcar, além de dados primários de pesquisa em desenvolvimento na Embrapa.

Foram utilizados dados de custo de processamento de uma tonelada de cana-de-açúcar e custo de produção de uma tonelada de açúcar nas safras 2008/2009 (Marques, 2009) e 2014/2015 (Pecege, 2015). Para a safra 2019/2020 adotou-se o custo total médio da região Centro-Sul, divulgado em Canaonline (2020) e como proxy para o custo total da região Nordeste utilizou-se 5% sobre o valor do Centro Sul, refletindo o diferencial observado na safra 2014/2015.

O detalhamento das despesas da safra 2019/2020 foi feito com base nos percentuais da estrutura de custos observada na safra 2014/2015. O detalhamento de insumos utilizados para a etapa de clareamento foi obtido em Marques (2009).

Os insumos utilizados no processamento da cana de açúcar são classificados em químicos, eletrodos, sacaria, combustíveis, lubrificantes e eletricidade. Os processos industriais correspondentes e os tipos de insumos utilizados são mostrados na Tabela 1. A etapa industrial de clareamento do caldo de cana abrange os processos de “fábrica de açúcar” e “tratamento de caldo”. O custo de produção desta etapa é formado pelos insumos: floculante, polímero, clareador, enxofre, antibiótico e antiespumante.

Utilizou-se o percentual do custo da etapa de branqueamento em relação ao total de despesas com insumos, para estimar o custo de clareamento das safras 2014/2015 e 2019/2020. Portanto, nas análises realizadas considerou-se que este percentual permaneceu inalterado no tempo.

Tabela 1. Processamento de cana-de-açúcar: insumos, processos industriais e tipos de insumos.

Insumos	Processos industriais	Tipo de insumo
Químicos	Extração de caldo	Bacterida; Cal
	Tratamento de caldo	Floculante; Polímeros
	Tratamento de água	Decantadores; Desinfectantes; Fosfatos; Sulfitos
	Tratamento de caldeira e vapor	Corretor de PH; Neutralizante de vapor; Lubrificante de massa
	Fábrica de Açúcar	Clareador, Enxofre, Antibiótico, Antiespumante
	Fermentação	Dispersante; Nutrientes; Ácido Sulfúrico
Eletrodos	Destilação	Desidratante
	Preparo de cana	Facas e desfibradores
Sacaria	Extração do caldo	Chapisco; Picotes, Lateral; base/ sobrebase
	Fábrica de açúcar	Big bags, Sacos de 50 kg
Combustíveis, lubrificantes e eletricidade	Geral	Graxas; Lubrificantes; Combustíveis; Eletricidade

Fonte: Marques (2009).

As estimativas de ganho econômico com a adoção da variedade modificada levaram em conta resultados da pesquisa que indicam 70% de redução da coloração do caldo de cana. Sendo assim, foram adotadas três hipóteses para avaliar os ganhos econômicos. A primeira admite que com este nível de clareamento, é possível eliminar esta etapa do processo de industrialização, resultando na redução dos custos correspondentes ao clareamento. Na segunda hipótese admite-se um custo remanescente de 25% e na terceira hipótese, considera-se uma redução de 50% do custo de clareamento.

Analisaram-se cenários de adoção da tecnologia equivalente a 20%, 50% e 100% do açúcar produzido no Brasil na safra 2019/2020 e sobre o total de exportações, buscando identificar o impacto econômico da tecnologia.

Resultados e Discussão

O total gasto com insumos para o processamento de uma tonelada de cana na safra 2008/2009, nas regiões Centro-Sul e Nordeste, foi de R\$ 2,48 e 2,41, respectivamente

(Marques, 2009). O custo da etapa de clareamento foi da ordem de R\$ 0,55 no Centro Sul e R\$ 0,70 no Nordeste, o que corresponde a 22,34% e 29,13% do custo de insumos nas duas regiões, respectivamente (Tabela 2). Conforme mencionado anteriormente, este percentual foi utilizado para estimar o custo de clareamento nas safras 2014/2015 e 2019/2020, sendo esta última disponível apenas em R\$ por tonelada de açúcar.

Tabela 2. Custos de produção de açúcar (clareamento, insumos e custo total), R\$/tonelada de cana processada, safras 2008/09 e 2014/2015.

Custos	2008/09		2014/2015	
	Centro-Sul	Nordeste	Centro-Sul	Nordeste
Clareamento* (A)	0,55	0,70	0,52	1,10
Insumos (B)	2,48	2,41	2,35	3,77
Custo total	64,75	73,82	123,11	129,34
A/B (%)	22,34%	29,13%	22,34%	29,13%

*estimativa elaborada pelos autores.

Fonte: Pecege (2015).

Em termos de custo por tonelada de açúcar, o percentual dos insumos em relação ao custo total, na região Centro-Sul, oscilou de 0,43% na safra 2014/2015 para 0,47% na safra 2019/2020 (Tabela 3). Na região Nordeste, permaneceu constante (0,85%).

Tabela 3. Custos de produção de açúcar (clareamento, insumos e custo total), R\$/tonelada de açúcar, safras 2008/09, 2014/2015 e 2019/2020.

Custos	2008/09		2014/2015		2019/2020*	
	C-S	NE	C-S	NE	C-S	NE
Clareamento* (A)	4,22	5,20	4,06	8,85	6,02	11,36
Insumos (B)	18,87	17,86	18,17	30,38	26,93	39,01
Custo total (C)	492,7	547,14	952,13	1.042,22	1.274,66	1.338,39
A/B (%)	22,34%	29,13%				
A/C (%)	0,86%	0,95%	0,43%	0,85%	0,47%	0,85%

*estimativa elaborada pelos autores. CS – Centro Sul; NE – Nordeste.

Fonte: Pecege (2015).

No entanto, em comparação com a safra 2008/2009 nota-se uma redução importante do custo de clareamento em relação ao custo total, especialmente na região Centro-Sul, que vem apresentando custos administrativos, de capital e de terras crescentes. No geral, a região Norte/Nordeste apresenta maior custo de produção, em grande medida, devido à diferença em produtividade média da matéria-prima. Observa-se que o custo estimado de clareamento, por tonelada de açúcar, na safra 2019/2020, foi de R\$ 6,02, no Centro Sul e R\$ 11,36, no Norte/Nordeste.

Levando em consideração o potencial de redução de custos de produção da tecnologia, estimam-se os ganhos econômicos com relação às exportações brasileiras (Figura 2) e parcelas da produção nacional (Tabela 4).

O Brasil exportou 19,3 milhões de toneladas de açúcar em 2019/2020 (USDA, 2020). O preço médio do açúcar VHP (exportação) nesta safra foi de R\$ 48,02 por saca de 50 kg (Cepea, 2020), o que equivale a R\$ 960,45 a tonelada, totalizando R\$ 18,5 bilhões de exportação.

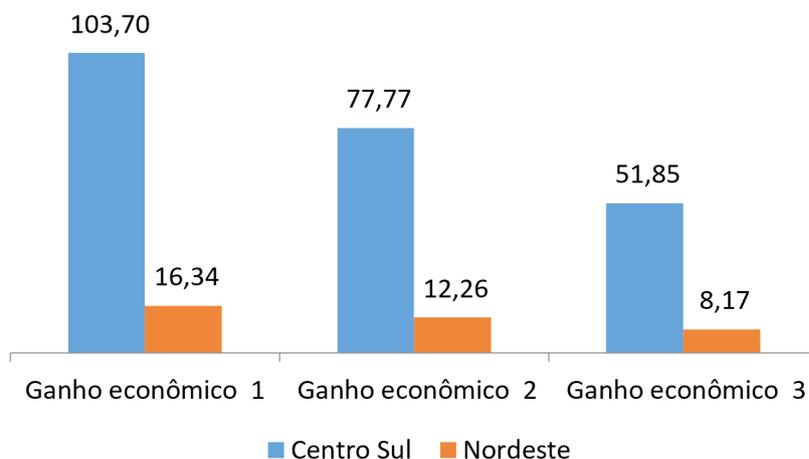


Figura 2. Ganhos econômicos sobre exportação de açúcar, regiões Centro-Sul e Nordeste, safra 2019/2020, em R\$ milhões.

Tabela 4. Cenários de adoção da tecnologia e ganhos econômicos, por região, em R\$ milhões.

Cenários de adoção / ganhos econômicos	20% da produção		50% da produção		100% da produção	
	CS	NE	CS	NE	CS	NE
Produção de açúcar, em t milhões	5,38	0,58	13,44	1,45	26,89	2,91
Ganho econômico - 1	32,35	6,61	80,88	16,53	161,75	33,06
Ganho econômico - 2	24,26	4,96	60,65	12,40	121,32	24,79
Ganho econômico - 3	16,17	3,30	40,44	8,26	80,88	16,53

CS – Centro Sul; NE – Nordeste.

Se a produção exportada tivesse utilizado a variedade de cana geneticamente modificada, o valor adicionado ao lucro na região Centro-Sul seria de R\$ 103,7 milhões, na hipótese de eliminação total da etapa de clareamento (ganho econômico 1), R\$ 77,8 milhões, caso permaneça um custo residual de clareamento de 25% (ganho econômico 2) e R\$ 51,8 milhões caso a tecnologia elimine apenas metade do custo de clareamento (ganho econômico 3) (Figura 2). Na região Nordeste, os ganhos econômicos variam de R\$ 16,3 milhões a R\$ 8,2 milhões.

Considerando cenários de adoção da tecnologia em que 20%, 50% e 100% da produção de açúcar na safra 2019/2020 utiliza a variedade de cana geneticamente modificada, estimam-se os valores adicionados à margem líquida, mostrados na Tabela 4, resultado da redução do custo de clareamento.

Observa-se que se 20% da produção de açúcar no Centro-Sul e Nordeste tivesse utilizado a variedade geneticamente modificada, haveria um ganho econômico de R\$ 32,35 milhões e R\$ 6,61 milhões, respectivamente, em um cenário em que a redução de 70% no escurecimento do caldo de cana é suficiente para eliminar totalmente a necessidade de clareamento do açúcar (ganho econômico 1). Esses valores podem

chegar a R\$ 161,75 milhões na região Centro-Sul e R\$ 33,06 milhões no Nordeste, se toda a produção da safra 2019/2020 derivasse desta variedade. No cenário mais pessimista (ganho econômico 3), esses valores reduzem para R\$ 16,17 milhões e R\$ 3,30 milhões, respectivamente, já que a tecnologia elimina somente 50% do custo de clareamento, sendo adotada apenas por 20% da produção observada na safra 2019/201920.

Considerações Finais

O Brasil é um importante *player* no mercado mundial de açúcar, com estrutura instalada e um nível de integração consolidado entre setor de produção da cana e o setor de processamento.

Os custos de produção de açúcar no Brasil vêm apresentando tendência de alta, especialmente em função de investimentos em mecanização dos processos. Paralelamente, linhas de pesquisa estão em andamento com vistas a possibilitar ganhos de produtividade e eficiência para este setor produtivo, na etapa agrícola e industrial.

No caso particular da tecnologia em desenvolvimento pela Embrapa, que permite economia de insumos usados para o clareamento do açúcar, no que tange à questão econômica da adoção desta tecnologia, constatou-se um ganho significativo para o setor que vem operando com margens baixas nas últimas safras, da ordem de R\$ 161,75 milhões na região Centro-Sul e R\$ 33,06 milhões no Nordeste, no cenário mais otimista, em que 100% da produção de açúcar derivam da variedade modificada, com eliminação total dos custos de clareamento. Conclui-se que a variedade tem potencial para aumentar a competitividade e as margens líquidas obtidas na indústria brasileira de açúcar.

Porém, o desenvolvimento da tecnologia *per se* não garante a inovação no setor produtivo. Parcerias são fundamentais para que haja alinhamento entre as demandas do setor e a agenda de pesquisa, bem como para que ativos tecnológicos sejam rapidamente incorporados ao processo produtivo, garantindo competitividade e ganhos econômicos.

Referências

- BOURZUTSCHKY, H. C. C. Color formation and removal-Options for the sugar and sugar refining industries: a review. *Zuckerindustrie*, v. 130(6), p. 470-475, 2005.
- BUCHELI, CS, Dry, IB, ROBINSON, SP Isolation of a full-length cDNA codes polyphenol oxidase from sugarcane, a C4 grass. *Plant Molecular Biology*, v. 31, p. 1233-1238, 1996.
- CANAONLINE. **Dólar favorece margem das usinas com açúcar**. 09 mar 2020. Disponível em: <<http://www.canaonline.com.br/conteudo/dolar-favorece-margem-das-usinas-com-acucar.html>>. Acesso em: 04 set. 2020.
- CEPEA. Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada. **Banco de dados**. Disponível em: <<https://www.cepea.esalq.usp.br/br/consultas-ao-banco-de-dados-do-site.aspx>>. Acesso: em 27 ago. 2020.
- CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. **Série histórica das safras**. Disponível em: <<https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/serie-historica-das-safras?limitstart=0>>. Acesso: em 27 ago. 2020.
- MACHADO, R. M.; TOLEDO, M. C.; VICENTE, E. Sulfitos em alimentos. *Brazilian Journal of Food Technology*, v. 9(4), p. 265-275, 2006.

MARQUES, P.V. (Coord.) **Custo de produção agrícola e industrial de açúcar e álcool no Brasil na safra 2007/2008**. Piracicaba: Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Programa de Educação Continuada em Economia e Gestão de Empresas/Departamento de Economia, Administração e Sociologia. 2009. 194 p.

MERSAD, A.; LEWANDOWSKI, R.; HEYD, B.; DECLoux, M. Colorants in the sugar industry. *Int. Sugar Jnl*, v. 105(1254), p. 269-281, 2003.

OBSERVATÓRIO DA CANA. **Exportação Anual de Açúcar pelo Brasil por Estado de Origem**. Disponível em: <<https://observatoriodacana.com.br/listagem.php?idMn=43>>. Acesso em: 17 set. 2020.

PECEGE. **Custos de produção de cana-de-açúcar, açúcar, etanol e bioeletricidade no Brasil: fechamento da safra 2014/2015 e acompanhamento da safra 2015/2016**. Piracicaba: Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Programa de Educação Continuada em Economia e Gestão de Empresas/Departamento de Economia, Administração e Sociologia. 2015. 78 p.

REIN, P (No. Ed. 2), VERLAG, BARTENS A.K.G. **Cane sugar engineering**, 2016.

USDA. United States Department of Agriculture. **Foreign Agricultural Service**. Disponível em: <<https://apps.fas.usda.gov/psdonline/app/index.html#/app/advQuery>>. Acesso em: 04 set. 2020.