

Viabilidade econômica e arranjos produtivos

Por: Alice Medeiros de Lima¹, Daniela Tatiane dos Santos¹ e João Carlos Garcia², analistas da Embrapa Agroenergia¹ e pesquisador da Embrapa Milho e Sorgo².

► Custos unitários da produção de etanol a partir de sorgo sacarino

A produção de etanol a partir do sorgo sacarino tem sido considerada viável devido à semelhança com a cana-de-açúcar, ao alto teor de açúcares fermentescíveis, além do processamento poder ser feito nas usinas de cana-de-açúcar. Um ponto importante é a possibilidade de produção de etanol no período da entressafra da cana-de-açúcar utilizando-se o sorgo sacarino. Entretanto, há poucos estudos e informações sobre a viabilidade técnico-econômica da produção de etanol a partir do sorgo sacarino.

Alguns fatores possuem importantes efeitos sobre os custos de produção de etanol a partir do sorgo, como o preço das matérias-primas, o preço do etanol e do gás natural e os fatores de conversão. O potencial mínimo de geração de etanol de sorgo sacarino está estimado em 3.223 L/ha, com uma produtividade que gira em torno de 55 t/ha, o que representa cerca de 58,6 L/t. A Tabela 1 ilustra estimativas para o custo unitário de produção do etanol do sorgo sacarino. A Federação da Agricultura e Pecuária de Goiás (FAEG) publica os custos da produção agrícola do sorgo granífero, que podem ser tomadas como uma primeira aproximação para o sorgo sacarino. Entretanto, as estimativas no país sobre o processamento em escala industrial do etanol a partir do sorgo sacarino é de mais difícil acesso, estando limitadas às empresas produtoras, que somente recentemente deram margem a esta iniciativa. Neste sentido, tomou-se como parâmetro para o custo de produção do sorgo sacarino (matéria-prima), o preço da matéria-prima convencional, ao passo que os dados para o processamento do sorgo sacarino basearam-se em estimativas para a produção do sul dos Estados Unidos (LINTON et al, 2011). Ainda que este procedimento não esteja livre de incongruên-

cias, trata-se de uma aproximação para avaliar o potencial deste mercado.

Tabela 1. Estimativas dos custos de produção de etanol a partir do sorgo sacarino.

Descrição	Preço Unitário (R\$/litro)
Fator de Conversão de sorgo em etanol (0,03505 m ³ /t)	
Custo da matéria-prima	R\$ 0,48
Custo fixo/L	R\$ 0,17
Custo de processamento/ L	R\$ 0,34
Custo Total	R\$ 0,99

Fonte: FAEG (2011) e Linton et al (2011).

Os custos de produção agrícola do sorgo em janeiro de 2011 estiveram em torno de R\$ 927/ha. Entretanto, para estimar o custo total de produção em termos de R\$/L seria necessário transformar este valor por meio do fator de conversão do substrato em etanol. Linton et al (2011) utilizam um fator de conversão de 0,03505 m³/t, ou seja, cada tonelada de biomassa verde de sorgo geraria 35,05 litros de etanol. Multiplicando-se este fator pela produtividade por hectare do sorgo (55 t/ha), tem-se um total de 1.920 L/ha. Assim, poderia se afirmar que o custo unitário da matéria-prima estaria em torno de R\$ 0,48/L, sem incluir quaisquer custos de transporte.

Por outro lado, com base no trabalho de Linton et al (2011), estimou-se que os custos fixos unitários seriam de R\$ 0,17/L e os custos de processamento, R\$ 0,34/litro¹. Deste modo, tendo em vista os parâmetros aqui adotados, o custo total de produção de etanol do sorgo sacarino seria de aproximadamente R\$ 0,99/L.

► Comparação da produção de etanol a partir da cana-de-açúcar e do sorgo sacarino

A comparação da produção de etanol a partir de cana-de-açúcar e sorgo sacarino foi feita a partir da simulação utilizando-se um modelo simplificado com o balanço de massa de uma usina convencional. Este modelo é capaz de calcular, além da quantidade de etanol (1^a e 2^a geração), a quantidade de açúcar e eletricidade gerados a partir da cana-de-açúcar e/ou sorgo sacarino.

¹ Estes valores foram convertidos, considerando-se a taxa de câmbio do dólar de R\$ 1,6.

Tabela 2. Dados utilizados nas simulações.

Parâmetros	Sorgo sacarino (SS)	
	1SS	2SS
Produtividade (t/ha)	55	80
Brix do caldo (%)	15	21
ART do caldo (%)	13	20
Pureza do caldo (%)	55	80
ART do colmo (%)	11,5	16,5
Fibra do colmo (%)	10	19
Composição do bagaço (assumindo-se que a composição do bagaço da cana-de-açúcar e do sorgo sacarino são semelhantes)		
Lignina	9,98	
Celulose	23,74	
Hemicelulose	14,28	
Rendimento etanol de segunda geração (L/t bagaço)*		

*Hexoses: 80% recuperação, fermentação: 91%; Pentoses: 78,5% recuperação, fermentação: 0%, destilação: 99,75%.

Fonte: Santos, F. G. (2007); Lee et al (2007); Durães, F. O. M. (2011).

O cenário padrão utilizado para as simulações neste estudo foi de 1,0 ha, considerando-se o caldo e o bagaço produzindo apenas etanol anidro. Os dados utilizados nas simulações de quatro cenários estão mostrados na Tabela 2.

Os resultados obtidos com a simulação dos quatro cenários propostos (dois para sorgo sacarino e dois para cana-de-açúcar) estão indicados na Tabela 3. Também são calculados os custos e

a receita líquida de etanol a partir do sorgo sacarino, bem como a produção que poderia ser obtida de etanol de segunda geração utilizando-se o bagaço.

Pode-se observar que à medida que se aumenta a quantidade de Brix, ART e fibra nas cultivares analisadas (cana-de-açúcar e sorgo sacarino), a produção de etanol aumenta consideravelmente, tanto de primeira quanto de segunda geração. A produtividade de etanol a partir do sorgo sacarino (cenário 2SS) poderia atingir níveis similares aos da cana-de-açúcar (cenário 1C), o que representaria maior oferta de etanol no período da entressafra da cana-de-açúcar, bem como na safra. Esse aumento na oferta de etanol teria impactos significativos nos preços de mercado deste produto.

Os custos de produção do etanol de sorgo sofreram grandes alterações em função das variações na produtividade, com valores mínimo e máximo oscilando entre R\$ 3.190/ha (cenário 1SS) e R\$ 5.448/ha (cenário 2SS). Admitindo-se que o preço de venda deste produto esteja em torno de R\$ 1,2/L, preço do etanol nas usinas canavieiras, a margem de lucro seria de R\$ 0,21/L. A produtividade total dos fatores (relação entre receita e custos totais), uma medida da eficiência deste sistema produtivo situaria em 1,2, enquanto a taxa de retorno do investimento (receita líquida sobre custo total) seria de 21,2%, apontando para níveis de rentabilidade que se sustentam ao preço de venda considerado. Logicamente, que uma avaliação mais aprofundada deveria ser realizada considerando a variação destes parâmetros ao longo do tempo.

Tabela 3. Estimativa de produtividade, produção de etanol, custos e receita líquida para sorgo sacarino e cana-de-açúcar.

	Cenário - Produtividade (t/ha)	Produção de Etanol de 1ª geração (L/ha)	Custos (R\$/ha)	Receita líquida (R\$/ha)	Produção de Etanol de 2ª geração (L/ha)	Produção Total (L/ha)
Sorgo Sacarino	1SS - 55	3.223,00	3.190,77	676,83	1.079,00	4.302,00
	2SS - 80	5.504,00	5.448,96	1.155,84	2.983,00	8.487,00
Cana	1C - 80	5.921,00	4.677,59	2.427,61	1.413,00	7.334,00
	2C - 90	7.098,00	5.607,42	2.910,18	2.296,00	9.394,01

Fonte: FAEG (2011); Linton et al (2011); Santos, F. G. apud Durães, F. O. M. (2011); Lee et al (2007).

Segundo estimativas da Embrapa, a produtividade da biomassa verde do sorgo sacarino pode chegar a 80 t/ha, com rendimento aproximado de 6.000 L/ha, o que representa uma receita líquida de R\$1.555/ha, com custo agrícola e industrial estimado em R\$5.448/ha.

Entretanto, as baixas escalas de produção do etanol de sorgo sacarino ainda restringiriam a obtenção de custos de produção menos elevados. Mesmo com custos de produção por hectare menores que o da cana-de-açúcar², os níveis reduzidos de produtividade teriam grandes efeitos sobre a quantidade de etanol de primeira geração que pode ser obtido. As disparidades no potencial de produção entre as duas alternativas (sorgo sacarino e cana) estão traduzidas nas diferenças de receitas líquidas a serem auferidas. Para ilustrar, com produtividade de 80 t/ha, a receita líquida do etanol de sorgo seria apenas 1/2 daquela obtida pela cana-de-açúcar.

Ainda assim, o estabelecimento de arranjos produtivos entre cana-de-açúcar e sorgo sacarino seria uma forma relevante de aproveitar as terras disponíveis em áreas de plantação de cana, notadamente na renovação do canavial. Este tipo de arranjo já ocorre com outras culturas como amendoim, soja e milho, embora os custos de produção destas culturas estejam bem acima dos custos verificados para o sorgo, cerca de R\$ 1.610/ha para a soja e R\$ 2.544/ha para o milho. Certamente, as estimativas para o sorgo sacarino apontam para um potencial favorável de geração de receitas. O cenário torna-se ainda mais promissor quando se consideram as limitações advindas da extrema dependência da produção de etanol a partir de uma só cultura. As dificuldades na oferta de etanol no Brasil e as variações no preço deste combustível, com efeito, poderiam ser minimizadas na presença de fontes alternativas de biocombustíveis como o sorgo sacarino, o que aumentaria e regularizaria a produção. ●

² Os altos custos de produção da cana-de-açúcar atribuem-se parcialmente aos elevados preços de arrendamentos de terras em regiões canavieiras, notadamente na região Centro-Sul, com efeitos consideráveis sobre o custo de produção desta cultura.



Fotos: Cristina Maria Monteiro Machado

► Referências

FAEG – Federação da Agricultura e Pecuária de Goiás. **Custo de Sorgo**, 2011. Site disponível em <http://www.site.sistemafaeg.com.br/index.php?option=com_phocadownload&view=category&id=12:custo-de-sorgo>. Acesso em: 01 setembro 2011.

LEE, D. et al. **Composition of herbaceous biomass feedstocks**. Preparado por North Central Sun Grant Center. Universidade Dakota do Sul, 2007.

LINTON, J. A. et al. Economic feasibility of producing sweet sorghum as an ethanol feedstock in the southeastern United States. **Biomass and Bioenergy**, n. 35, p. 3050-57, 2011.

SANTOS, F. G. Culturas com potencial para produção de álcool no Rio Grande do Sul: sorgo sacarino. In: Simpósio Estadual de Agroenergia, Pelotas, RS, 2007.