

Planejamento Industrial

Robert Eugene Schaffert
Rafael Augusto da Costa Parrella

A produção econômica e sustentável de etanol a partir do sorgo sacarino requer níveis mínimos de produção de açúcar e teor de açúcar total (ART) no caldo. Um ART mínimo de 12,5% é desejável porque a levedura pode converter completamente este nível de açúcar em etanol dentro de 6 a 10 horas. Concentrações de ART menores que 12,5% resultarão em uma baixa eficiência de utilização dos tanques de fermentação, aumentando assim os custos industriais. Com a experiência, verifica-se que a extração de 80 kg de açúcar por tonelada de colmos (com base em prensa hidráulica padrão) produzirá 2.200 a 2.500 litros de etanol por hectare nas usinas, com rendimentos de biomassa de 40 t ha⁻¹.

O período de utilização industrial (PUI) é o número de dias em que uma cultivar apresenta ART acima de 12,5% e extração de açúcar superior a 80 kg t⁻¹ com base na extração de açúcar a partir de uma amostra de 500 gramas, utilizando uma prensa hidráulica (245 kg cm⁻² durante 60 segundos). Recomenda-se um período mínimo de 30 dias desses limites inferiores, para cada cultivar, para o planejamento e a gestão industrial da destilaria.

Nossos resultados de pesquisas já demonstraram que as cultivares de sorgo sacarino (variedades) têm consistentemente períodos de PUI melhores e mais longos quando comparadas aos híbridos. A razão disso é que a maioria ou todos os híbridos são derivados de linhagens fêmeas com colmos suculentos sem açúcar, encontradas nas coleções das linhagens fêmeas de sorgo desenvolvidas para a produção de híbridos graníferos e forrageiros. Além de possuírem colmo sem açúcar, essas linhagens foram desenvolvidas para máxima produção de grãos, o que é indesejável para o sorgo sacarino. Alta produção de grãos em sorgo sacarino aumenta as chances de acamamento, bem como um possível dreno da produção de açúcar, via fotossíntese, para a produção de amido. A experiência tem demonstrado que o caldo extraído de híbridos

sacarinos apresenta °Brix e teor de açúcares muito inferiores aos das variedades. Como consequência, o rendimento de etanol a partir de híbridos sacarinos é sempre menor do que o das variedades.

A curva de maturação deve ser caracterizada durante um período de 60 dias, a partir de 10 a 20 dias após o florescimento, com amostragens em intervalos de 7 dias para determinação do PUI de cada cultivar de sorgo sacarino a ser recomendada. Esta caracterização deve ser realizada no ambiente no qual a cultivar será cultivada. Deve-se ter em mente também que um ART de 12,5% corresponderá a aproximadamente um °Brix de 14,25 a 14,5.

As Figuras 1 e 2 mostram a interação entre °Brix, ART e açúcar extraído para as variedades Brandes (BR 501) e Wray (BR 505). Brandes é uma variedade desenvolvida para a produção de xarope e é caracterizada por apresentar alto ART e baixo teor de sacarose. Wray é uma variedade desenvolvida para a produção de açúcar cristal e é caracterizada por apresentar altos valores de ART e sacarose elevada. Pesquisas realizadas na Embrapa Milho e Sorgo indicam que variedades com maiores valores de POL e pureza apresentam PUI mais longo, como pode ser visto abaixo. As Figuras 3 e 4 demonstram a interação entre extração de caldo e teor de fibras destas duas variedades ao longo do tempo.

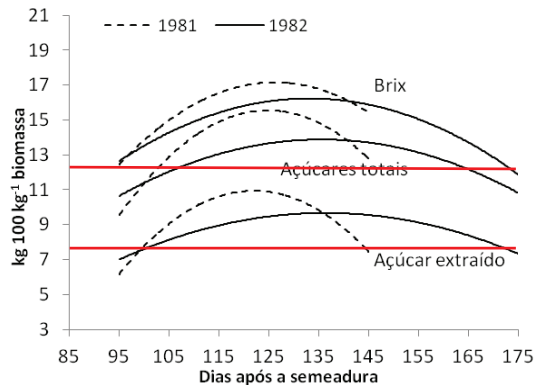


Fig. 1 °Brix, açúcares totais e açúcar extraído para a cultivar Brandes, em Araras (SP). Embrapa Milho e Sorgo, 1981 e 1982. Fonte: (Adaptado de SCHAFFERT et al., 1986).

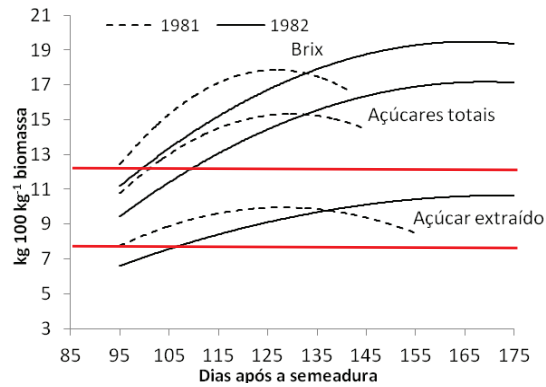


Fig. 2 °Brix, açúcares totais e açúcar extraído para a cultivar Wray, em Araras (SP). Embrapa Milho e Sorgo, 1981 e 1982. Fonte: (Adaptado de SCHAFFERT et al., 1986).

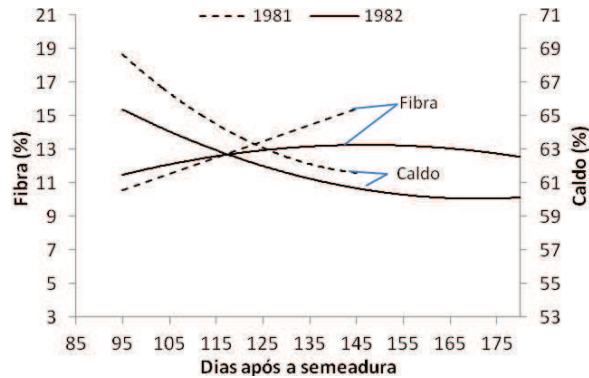


Fig.3 Porcentagem de fibra e extração de caldo da cultivar Brandes, em Araras (SP). Embrapa Milho e Sorgo, 1981 e 1982.
Fonte: (Adaptado de SCHAFFERT et al., 1986).

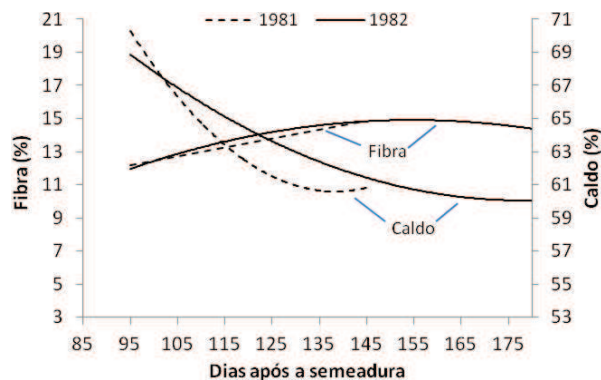


Fig. 4 Porcentagem de fibra e extração de caldo da cultivar Wray, em Araras (SP). Embrapa Milho e Sorgo, 1981 e 1982. Fonte: (Adaptado de SCHAFFERT et al., 1986).

As curvas de maturação de duas variedades desenvolvidas pela Embrapa lançadas em 1985, BRS 506 e BRS 507, em comparação com a BR 501 (Brandes) e BR 505 (Wray) são apresentadas nas Figuras 5 a 10. Açúcar, biomassa e rendimento de etanol dessas quatro variedades estão apresentadas na Tabela 1. Observa-se que os rendimentos de açúcar e etanol de híbridos desenvolvidos com linhagens fêmeas, com colmos suculentos mas não doces, são

similares em produtividade de biomassa à BR 501, mas ainda assim inferiores em produção de etanol.

Tabela 1 Produção de biomassa e etanol de duas novas cultivares, BRS 506 e BRS 507, comparadas com Brandes e Wray.

Cultivar	Produção de biomassa (t ha ⁻¹)	Produção de açúcar extraído		Produção de Etanol		
		Kg 100 kg ⁻¹	(t ha ⁻¹)	Ideal l ha ⁻¹	81% de eficiência l ha ⁻¹	Relativo
Brandes (BR 501)	47.4	7.2	3.4	2208	1788	75
Wray (BR 505)	44.6	10.9	4.6	2946	2386	100
BRS 506	48.8	9.7	4.7	3062	2481	104
BRS 507	52.0	9.6	5.0	3231	2617	110

Fonte: (Adaptado de SCHAFFERT et al., 1986).

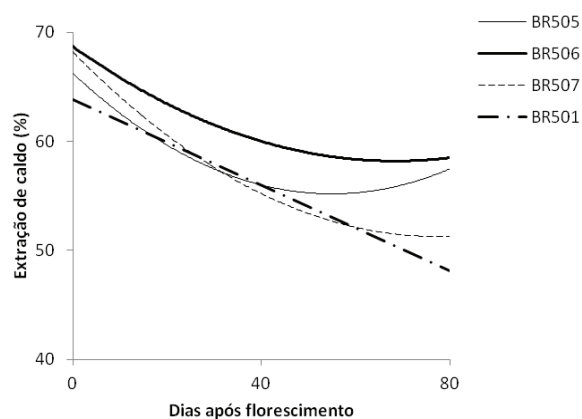


Fig. 5 Porcentagem de extração de caldo de quatro cultivares de sorgo sacarino na Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas, 1986.

Fonte: (Adaptado de SCHAFFERT et al., 1986).

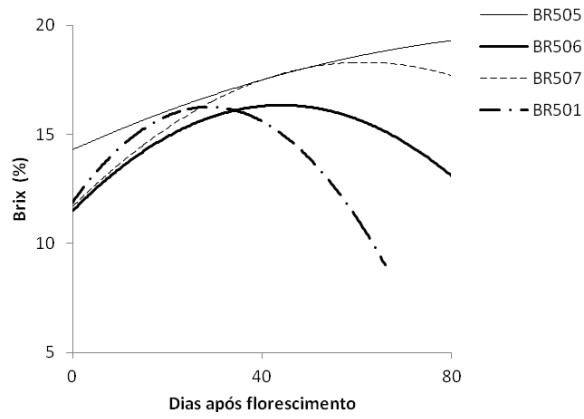


Fig. 6 Porcentagem de Brix no caldo de quatro cultivares de sorgo sacarino na Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas, 1986.

Fonte: (Adaptado de SCHAFFERT et al., 1986).

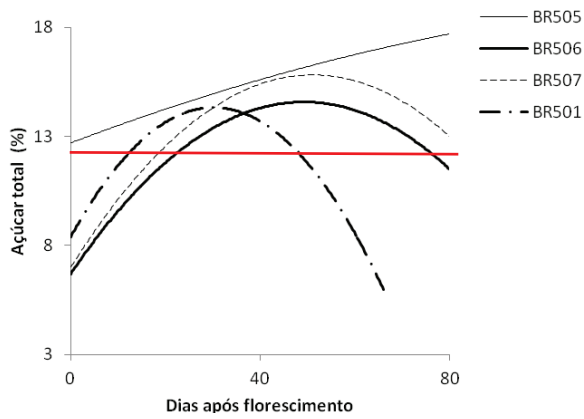


Fig. 7 Porcentagem de açúcar total no caldo de quatro cultivares de sorgo sacarino na Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas, 1986.

Fonte: (Adaptado de SCHAFFERT et al., 1986).

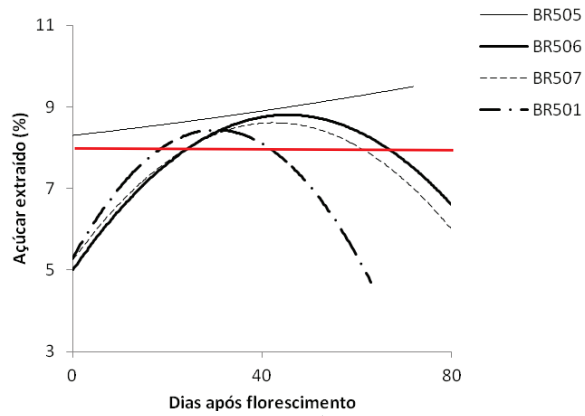


Fig. 8 Açúcar extraído ($\text{kg } 100 \text{ kg}^{-1}$) de quatro cultivares de sorgo sacarino na Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas, 1986.

Fonte: (Adaptado de SCHAFFERT et al., 1986).

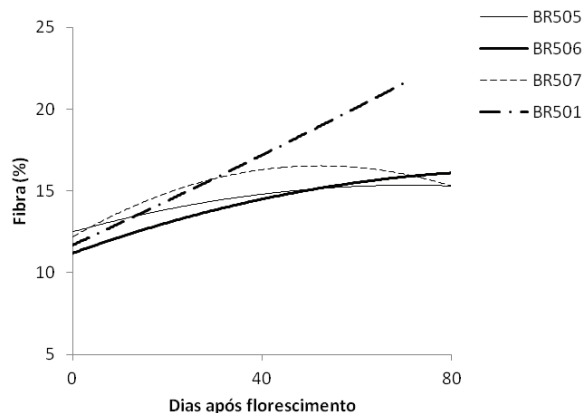


Fig. 9 Porcentagem de fibra de biomassa fresca de quatro cultivares de sorgo sacarino na Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas, 1986.

Fonte: (Adaptado de SCHAFFERT et al., 1986).

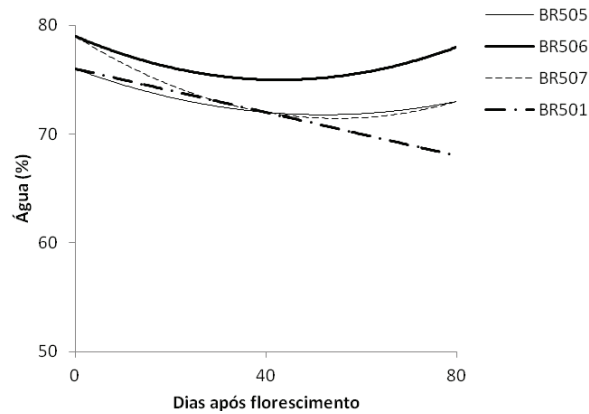


Fig.10 Porcentagem de água na biomassa de quatro cultivares de sorgo sacarino na Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas, 1986.

Fonte: (Adaptado de SCHAFFERT et al., 1986).

Com base no PUI de cada cultivar, a data ou as datas de plantio das cultivares a serem utilizadas pode(m) ser programada(s) para que se produza matéria-prima de sorgo sacarino diariamente durante o período desejado. Resultados de pesquisas da Embrapa Milho e Sorgo indicam que o PUI dos híbridos são significativamente mais curto que o das variedades, raramente passando de 10 dias. Observou-se também que cultivares de menores teores de pureza e sacarose, e maiores teores de açúcares redutores, tais como a cultivar BR 501 (Brandes), em relação à BR 505 (Wray), à BRS 506 e à BRS 507, também apresenta PUI mais curto.

Tecnologia Industrial

Thályta Fraga Pacheco

Do ponto de vista de processamento industrial, a utilização do sorgo sacarino pouco se diferencia da cana-de-açúcar para a produção de etanol.