

A produção de etanol a partir do sorgo sacarino tem se tornado realidade, no período de entressafra da cana-de-açúcar, nas usinas brasileiras. Avaliações industriais de cultivares da Embrapa confirmam o bom resultado técnico e econômico desta matéria-prima alternativa para a sustentabilidade da matriz energética nacional.

Embrapa Milho e Sorgo

Rodovia MG-424, Km 45 - Sete Lagoas, MG
Caixa Postal 285 - CEP 35701-970
Fone: 31 3027-1275 | Fax: 31 3027-1188
sac@cnpms.embrapa.br
www.cnpms.embrapa.br



Ministério da
Agricultura, Pecuária
e Abastecimento



Embrapa Milho e Sorgo - Núcleo de Comunicação Organizacional (NCO) - Setembro de 2012 - Tiragem: 500 exemplares



Processamento industrial do sorgo sacarino



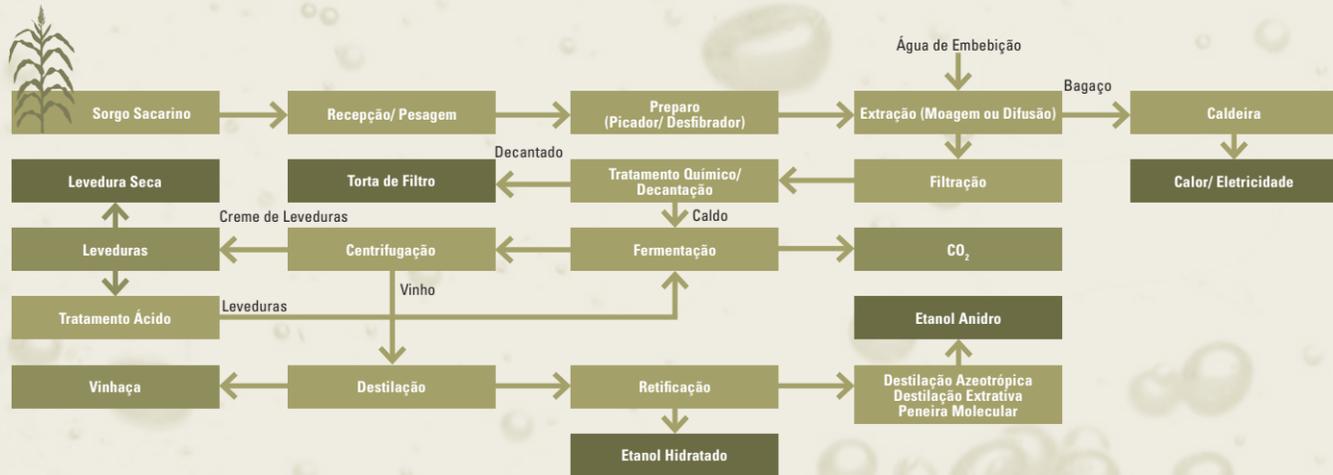
Sorgo & Cana

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

Ao chegar à indústria, a matéria-prima é quantificada e amostras são retiradas aleatoriamente para a determinação de sua qualidade através de ensaios laboratoriais. As análises realizadas para o sorgo sacarino nesta etapa podem seguir o procedimento já adotado na usina. Ensaio

Ensaio feito segundo o Manual de Instruções da Consecana – SP (2006) mostraram-se parcialmente adequados quanto à quantificação do sorgo. Comparando-se as metodologias de análise do sorgo e da cana, a principal diferença encontrada é a presença de interferentes na leitura sacarimétrica e na clarificação do caldo prensa do sorgo quando se utiliza Octapol como agente clarificante. Se a presença de interferentes resultar em distorção das análises, recomenda-se determinação dos Açúcares Redutores Totais (ART) pelo método do digestor para comparação.

Processo de produção de etanol a partir do sorgo sacarino



A Tabela 1 mostra valores médios dos principais parâmetros de interesse industrial para o sorgo sacarino e a cana-de-açúcar.

Parâmetro	Sorgo Sacarino	Cana-de-Açúcar
Brix caldo	15 - 19	18 - 25
Pureza	60 - 75	80 - 90
Fibra (%)	12 - 20	10 - 15
Sacarose caldo (%)	8 - 13	14 - 22
AR (Açúcares Redutores) caldo (%)	1 - 3	0,5 - 1
Glicose caldo(%)	0,5 - 2	0,2 - 1
Frutose caldo (%)	0,5 - 1,5	0 - 0,5
ART (Açúcares Redutores Totais) caldo (%)	12 - 17	15 - 24
Amido caldo (%)	0,1 - 0,5	0,001 - 0,05

Tabela 1 - Parâmetros de interesse industrial para sorgo sacarino e cana-de-açúcar

Colheita

Recomenda-se que a colheita seja realizada em sincronia com o processamento, evitando acúmulo e possível deterioração da matéria-prima. Experimentos para avaliação do tempo de pátio do sorgo sacarino indicaram que, em 12 horas de armazenamento, a matéria-prima não sofreu alteração expressiva de suas características.

Na etapa de preparo para a extração, realizada em picadores e desfibradores, o índice de preparo (relação percentual entre o açúcar das células rompidas e o açúcar total) observado nas indústrias que processaram o sorgo nas últimas safras foi comparável ao obtido com a cana nestas mesmas usinas (de 90 a 94%).

Extração do caldo

Nas indústrias existem dois diferentes processos para extração: a moagem e a difusão. A moenda e o difusor são eficientes na extração e apresentam custos competitivos. Não se tem conhecimento, até o momento, da eficiência do emprego de difusores no processo de extração do açúcar contido no sorgo sacarino.

Como o teor de fibra do sorgo pode variar em função de condições climáticas e agrônômicas, assim como na cana-de-açúcar, pequenos ajustes na moenda e embebição podem ser necessários para que se evitem problemas de embuchamento e se garanta alta eficiência de extração e umidade ideal do bagaço.

Usinas que já processaram sorgo sacarino conseguiram a regulagem das moendas para a otimização da extração. O volume de água de embebição utilizado também foi variável, mas se estabeleceu, em média, em 30%-40% do volume do caldo. A concentração de açúcares no bagaço, caso a moenda opere em condição otimizada, mantém-se em aproximadamente 2%. Nestas condições, obteve-se bagaço final com umidade de 50 a 52% e poder calorífico da ordem de 2.000 kcal/kg, valores comparáveis ao bagaço de cana.

Problemas operacionais na moagem diminuem a eficiência de extração, aumentam a umidade do bagaço final, dificultando sua queima, e elevam a concentração de açúcares no bagaço, aumentando as perdas. Observaram-se, no processamento industrial do sorgo, perdas de até 10% por problemas na operação de extração.

Tratamento e decantação do caldo

As etapas de tratamento e decantação do caldo seguem o mesmo padrão do processamento da cana-de-açúcar. Em alguns casos, pode-se observar necessidade de maior dosagem de substâncias floculantes e maior volume de lodo. O processamento industrial do sorgo sacarino apresentou teores de açúcar na torta de 1 a 3%.

O sorgo sacarino demandou, em avaliações industriais, evaporação para a elevação da concentração de açúcar no mosto. Seu processamento no início da safra 2012/2013 apresentou concentração média de açúcar no mosto de 12%, com leve aumento do consumo de vapor.

Como a concentração de nitrogênio amoniacal no sorgo sacarino é menor do que na cana-de-açúcar, foram feitos experimentos em escala laboratorial e industrial para avaliar a necessidade de suplementação com nitrogênio amoniacal, principalmente na fase de crescimento do fermento. Porém, observou-se que esta suplementação não contribuiu para o crescimento a ponto de justificar o investimento.

Nos processos industriais do sorgo sacarino, o uso de antibióticos foi feito apenas o início da propagação do fermento, assim como na cana. O teor de açúcares redutores do sorgo sacarino é pouco maior do que o da cana-de-açúcar, entretanto, este fato não representou prejuízo nem ocasionou contaminações nas fermentações. Sob condições normais, as células contaminantes mantiveram-se em concentração máxima de

106 células/ml. As experiências de processamento industrial forma conduzidas em reatores em batelada alimentada, mantendo-se o nível de contaminações em faixas usuais desse tipo de fermentação. As leveduras se mostraram adaptadas ao mosto do sorgo sacarino, garantindo baixa concentração residual de açúcar nas dornas. O teor de amido nas dornas manteve-se em aproximadamente 3 a 4 g/l, não interferindo no processo produtivo.

Subprodutos

Além do etanol e do gás carbônico, são formados, em fermentações alcoólicas, outros subprodutos em quantidade dependente do estresse causado às leveduras, geralmente por contaminação bacteriana, altas temperaturas, carência ou excesso de nutrientes e tratamento ácido incorreto. Os níveis de formação de subprodutos observados são semelhantes aos do caldo de cana, e estão relacionados a diversos parâmetros de condução da fermentação. A fermentação do sorgo sacarino, se conduzida em condições similares ao processamento da cana-de-açúcar, apresenta formação de subprodutos semelhantes.

A produção de etanol anidro e hidratado dentro da especificação depende da operação eficiente da destilação, não se relacionando com a matéria-prima nesse caso. Se o sistema de destilação operar em condições ótimas, as perdas de etanol na vinhaça e na flegmaça podem ser consideradas desprezíveis, semelhantes às perdas associadas à cana.

Para o processamento da cana-de-açúcar, a vinhaça, resíduo rico em minerais e com alta carga orgânica, após resfriada, é utilizada na lavoura como fertilizante. Não se tem conhecimento de análises do desempenho da fertirrigação com vinhaça de sorgo sacarino. Sua aplicação deve ser ajustada para atendimento da norma que fixa a dosagem de vinhaça no solo.

Produtividade de etanol

A maior parte das avaliações do sorgo sacarino em escala industrial, até o momento, aconteceu na fase de crescimento do fermento. Assim, ocorre maior consumo dos açúcares fermentescíveis em favor da propagação do fermento, diminuindo o rendimento em etanol. No caso dos processos fermentativos já estabelecidos, o sorgo sacarino apresenta comportamento muito parecido com o da cana, com rendimento fermentativo semelhante. Obteve-se, nas avaliações do processamento industrial feitas até o momento, um rendimento de até 60 litros de etanol por tonelada de sorgo sacarino processada. Para a cana-de-açúcar são produzidos, em média, 85 litros por tonelada. Estes rendimentos foram obtidos em usinas que processaram o sorgo pela primeira ou segunda vez. O entendimento das particularidades desta matéria-prima e a experiência adquirida no processamento, além da utilização de novas variedades com maior teor de açúcares no colmo, certamente elevarão os níveis de produtividade nas safras seguintes.

Há também potencial de aumento da produção de etanol de sorgo sacarino pelo aproveitamento das panículas, ricas em amido. Neste caso, seria feita a sacarificação do amido com a utilização de enzimas, para posterior fermentação. Entretanto, caso o amido não seja devidamente hidrolisado, o desempenho das centrífugas pode ser prejudicado, além do acúmulo de matéria inerte com o fermento, que diminuiria a eficiência de conversão no processo fermentativo. Se o teor de amido for suficientemente elevado, pode ocorrer gelatinização deste após o aquecimento, o que reduziria a eficiência da decantação.