

**Uma nova
perspectiva
para produção
de etanol no
Brasil – Uso
do milho**

Silvio Roberto Andrietta
BioContal



BioContal
Tecnologia em Bioproc

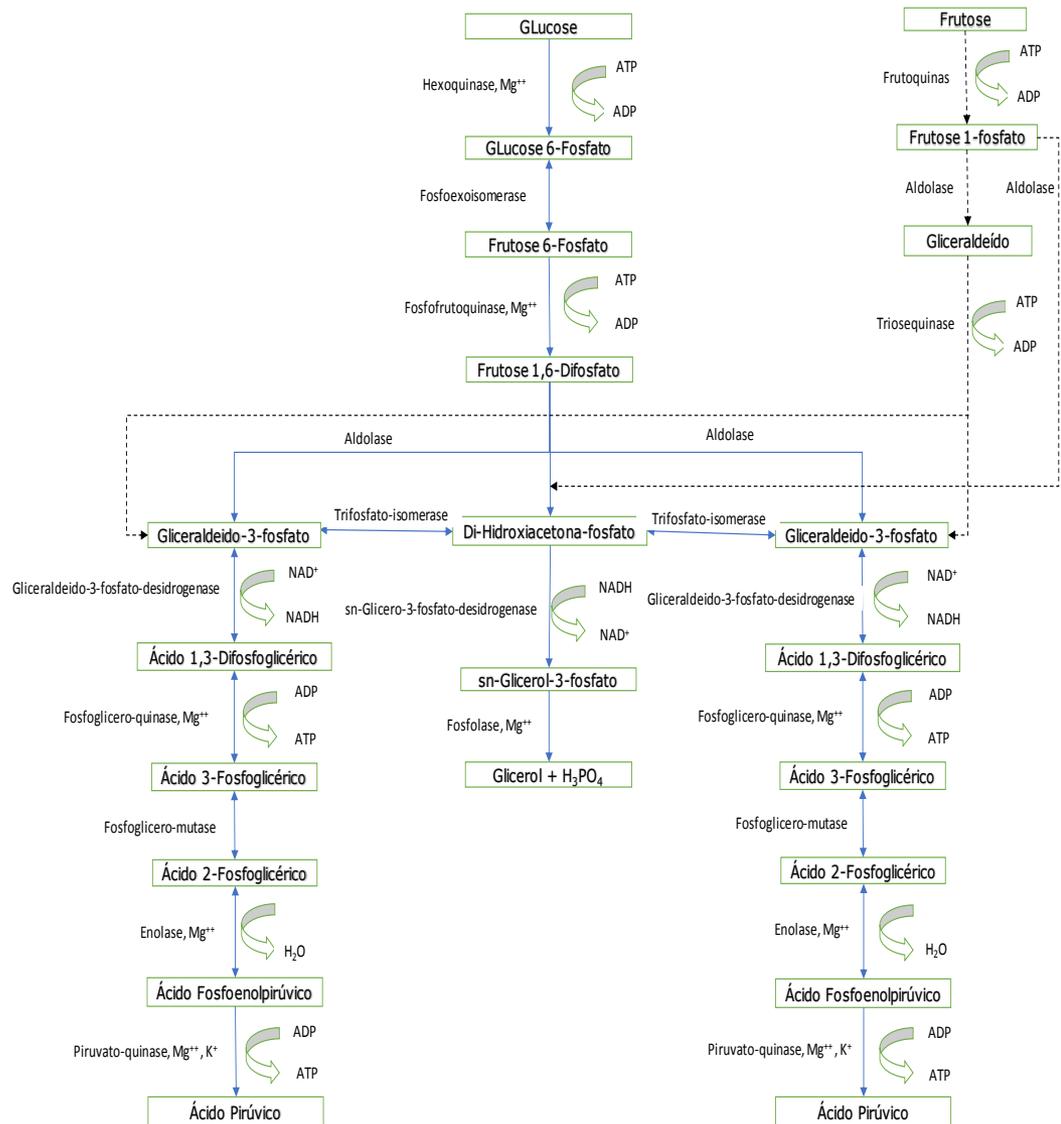
Fermentação

- Definição
 - Todo o processo metabólico ocorrido em anaerobiose que gera como produto um derivado de piruvato e uma molécula de NAD (Dinucleótido de nicotinamida e adenina)

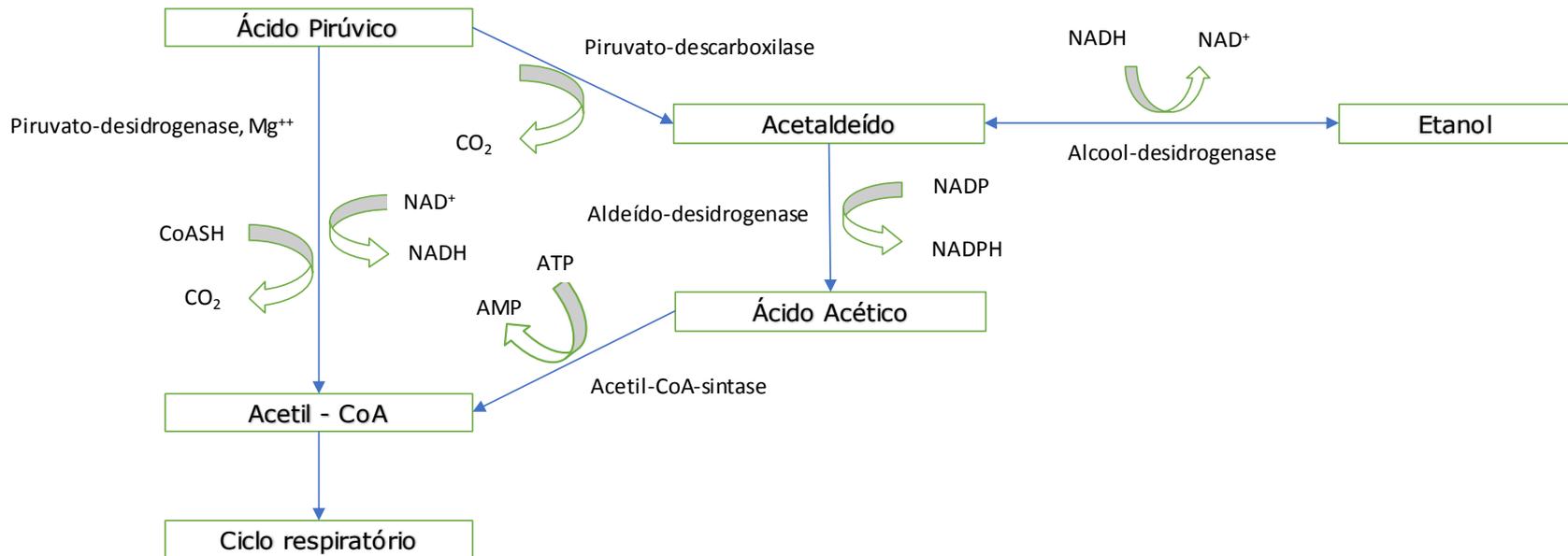


BioContal
Tecnologia em Bioprocesso

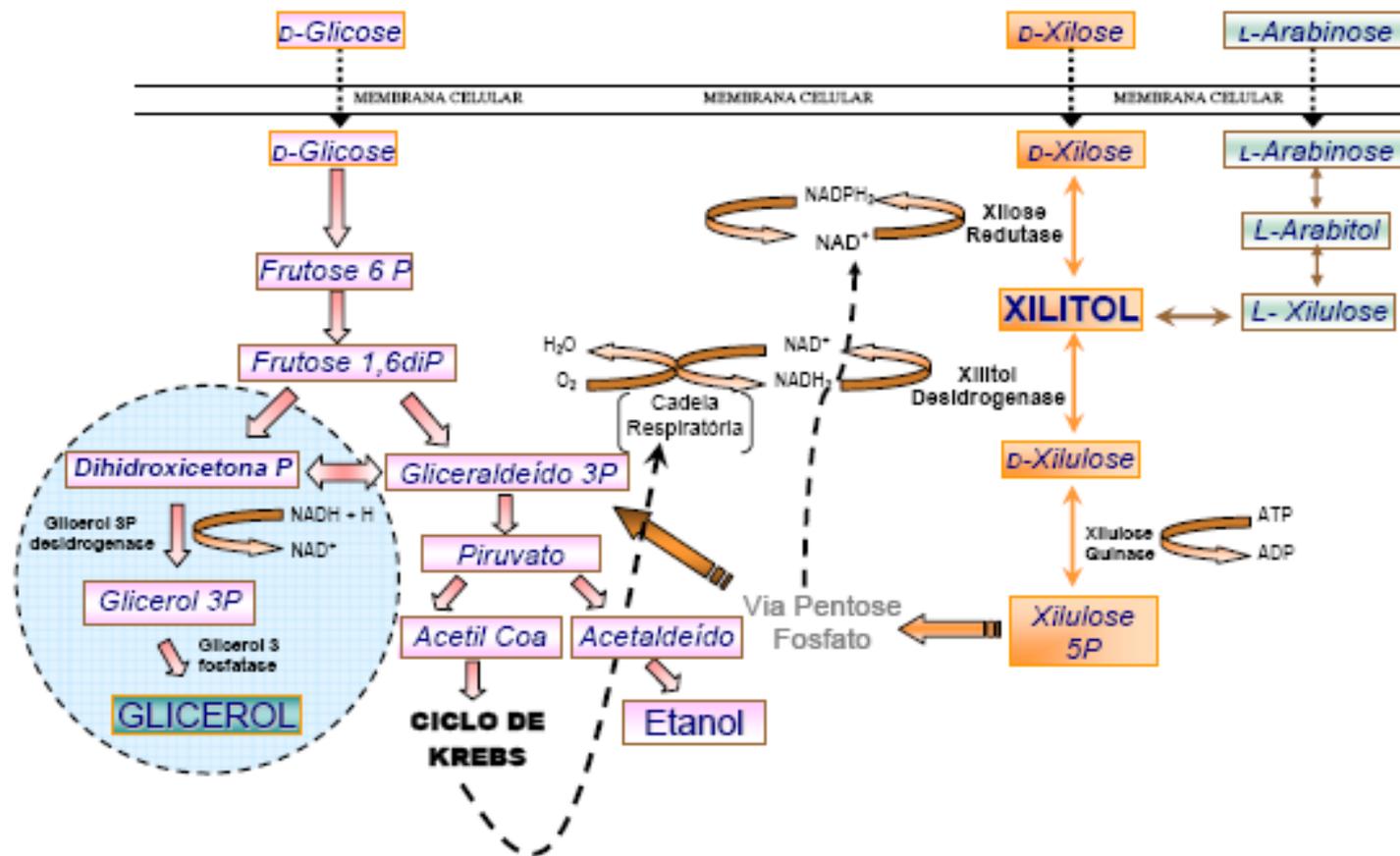
Glicólise



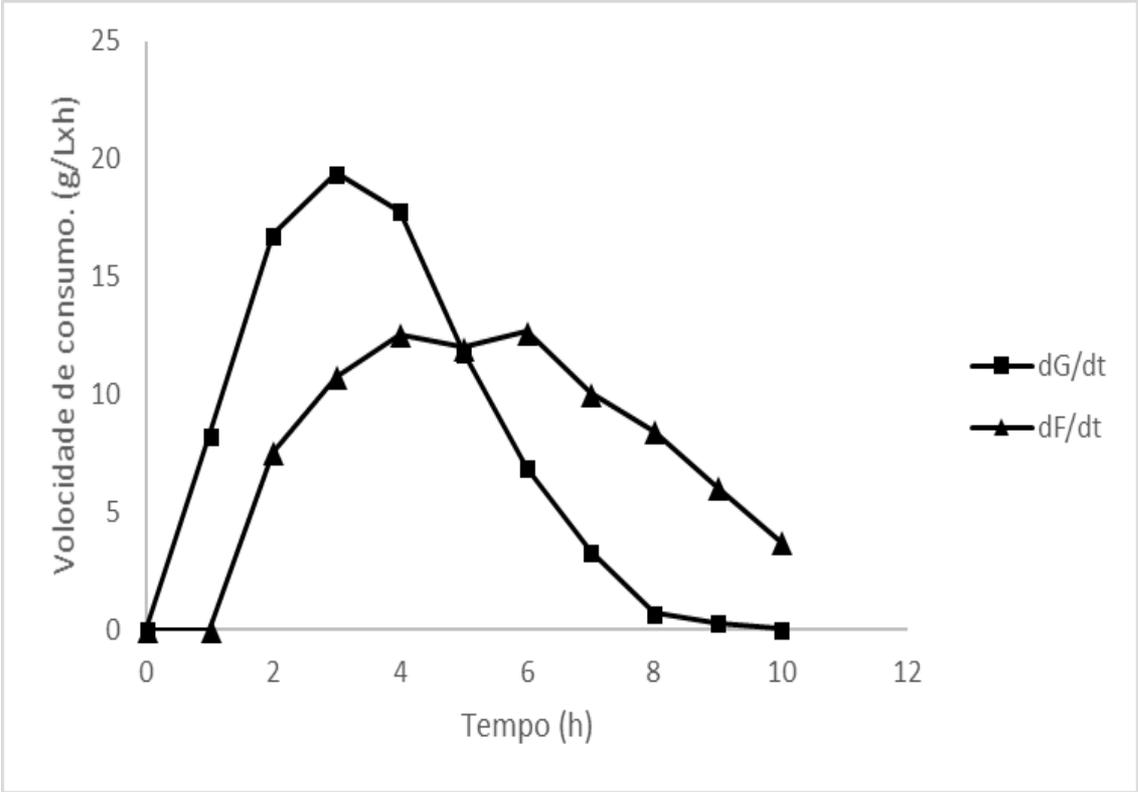
Fermentação alcoólica



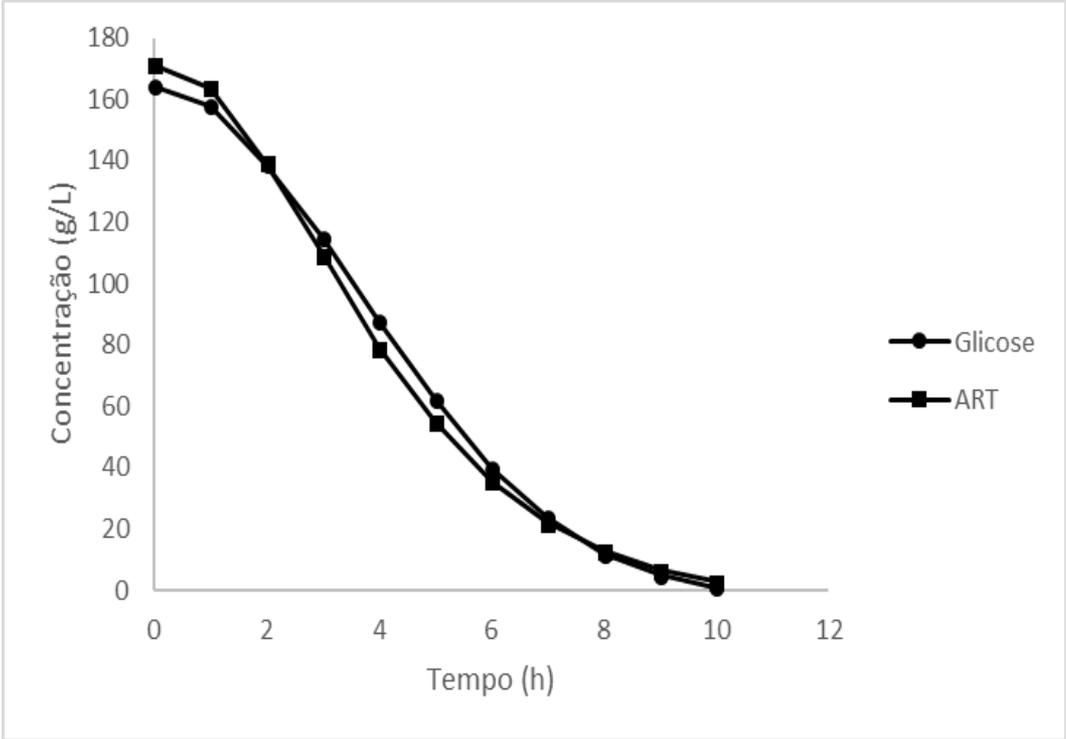
Fermentação alcoólica de hexoses e pentoses



Velocidade de consumo



Velocidade
de consumo



Estequiometria da reação



BioContal
Tecnologia em Bioprocesso

- Hexose (glicose e Frutose)
 - Glicose ---- 2 Etanol + 2 Dióxido de carbono
 - 180 g hexose = 92 g Etanol ---- $Y_p = 0,511$
- Xilose
 - 3 Xilose ----- 5 Etanol + 5 Dióxido de carbono
 - 450 g pentose = 230 g Etanol ----- $Y_p = 0,511$



Milho - Amido

- Composição
 - Amilose
 - Cadeia longa sem ramificação com ligações α 1-4 entre as moléculas de Glicose
 - Amilopectinas
 - Cadeias de 40 unidades de glicose com ligações α 1-4 com ramificações com ligações α 1-6.

Amido

- Unidade de processamento
 - Hidrólise enzimática (muito bem conhecida)
 - Amilase
 - DP4 – Polissacarídeo com 4 moléculas de glicose
 - DP3 – Polissacarídeo com 3 moléculas de glicose
 - DP2 – dissacarídeo com 2 moléculas de glicose
 - DP1 – glicose
 - Glucoamilase
 - Glicose



BioConta
Tecnologia em Bioprocessos

Estequiometria da reação

- Hidrólise do amido
 - 162 g de amido = 180g de glicose ---- Fator =1,11



Milho

- Características do hidrolisado
 - Baixo nível de inibidores de crescimento da levedura
 - Boa quantidade de nutriente
 - Apresenta sólidos insolúveis



BioConta
Tecnologia em Bioprocessos



Milho

- Limitação da tecnologia
 - O milho não apresenta estrutura lignocelulósica em quantidade suficiente para ser queimada nas caldeiras para gerar energia, dependendo de outras fontes
 - Caso utilize fontes não renováveis a relação carbono renovável/carbono fóssil fica próximo de 2 enquanto que o da cana é 9
 - Baixo crédito de carbono.



Processo
fermentativo

BioC

Ter

Preparo do mosto

- Moagem úmida ou seca
 - A umidade do milho é de aproximadamente 10%, sendo necessário adicionar água para a obtenção do mosto
- Liquefação do amido
 - Utilização da alfa-amilase
- Remoção ou não de componentes insolúveis e óleo
 - Interfere na escolha dos equipamentos a serem utilizados
- Resfriamento do xarope
- Sacarificação ou não do mosto
 - Utilização da glucoamilase no preparo do mosto ou fermentador





Processo fermentativo

- Tipo de processo
 - Sem reciclo de células
 - Presença de sólidos insolúveis no mosto é o que limita o reaproveitamento de células por centrifugação
 - Baixa concentração de células no meio em fermentação
 - Batelada alimentada
 - Alta concentração de etanol no vinho
 - Como a concentração de amido no milho seco é de aproximadamente 70%, pode-se ajustar a concentração de açúcares no mosto pela adição de água

Etapas do processo fermentativo

- Propagação
 - Processo aeróbico com transbordo metabólico
 - Rendimento em célula – 0,1 a 0,12 gMS/gGlicose
 - Rendimento em etanol – 0,38 gEtanol/gGlicose
 - Processo americano – Volume do propagador 4% do volume do fermentador
- Fermentação
 - Processo anaeróbico com adição ou não de glucoamilase.

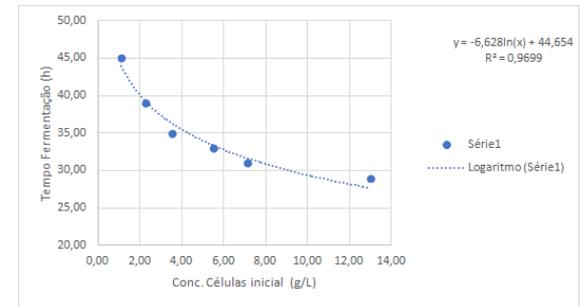
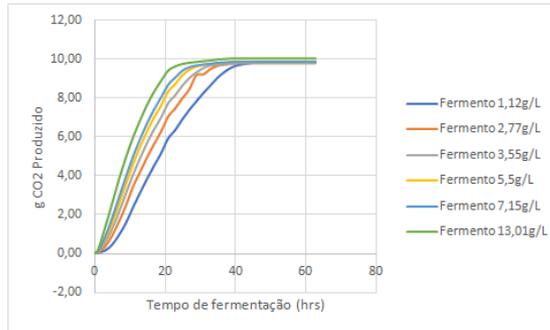


Tempo de fermentação



- Depende:
 - Massa de célula utilizada como inóculo
 - Proveniente do propagador que é função da massa de célula inicial e da quantidade de glicose adicionada ao propagador e do tempo de propagação.
 - Concentração de glicose adicionado ao fermentador
 - Forma de dosagem e quantidade de glucoamilase adicionada ao fermentador, caso a etapa de sacarificação seja realizada no fermentador.

Concentração de células (base vinho fermentado) (gMS/L)	Tempo de fermentação (hrs)
1,12	45,00
2,27	39,00
3,55	35,00
5,50	33,00
7,15	31,00
13,01	29,00



Tempo de fermentação



Consortciamento
de produção de
etanol de milho
e cana

BioC

Ter



Nível de consorciamento

- Parcial
 - Planta de produção de etanol de milho utiliza as utilidades da unidade de produção de etanol de cana.
- Completa
 - Planta de produção de etanol de milho utiliza as utilidades e a sobra de células de levedura da unidade de produção de etanol de cana.

Dúvida no consorciamento total

- Perguntas
 - As linhagens de levedura utilizada para produção de etanol de cana suporta concentração de etanol elevada?
 - Sim, qualquer levedura com características fermentativas satisfatórias suportam concentração elevada de etanol
 - Qual a vantagem de utilizar as leveduras proveniente do etanol de cana para o processo de milho?
 - Custo de aquisição do fermento selecionado
 - Possibilidade de diminuição do tempo de fermentação pelo uso de uma massa maior de células no início de fermentação.





Dúvida no consorciamento total

- Perguntas
 - É possível utilizar os equipamentos da fermentação de cana para fermentação de milho na entre safra.
 - Sim, desde que no preparo de mosto seja removido os sólidos insolúveis grosseiros. Caso contrário não se pode utilizar trocadores de calor a placa de canal estreito.
 - É possível utilizar as centrífugas para reaproveitar o fermento para mostos onde os sólidos grosseiros foram removidos.
 - As centrífugas convencionais não, pois, no mosto ainda existe uma quantidade de sólidos finos que atrapalham o desempenho das centrífugas e a quantidade deste é maior que os de célula. Assim, se aumenta mais a concentração destes sólidos que de células.



Diferenças entre os processos de fermentação – Milho e cana de açúcar

BioC

Ter



Tipo de processos

- Milho
 - Batelada alimentada
 - Sem reciclo de células
 - Concentração de células no meio em torno de 1g/L
 - Tempo de fermentação maior que 48 horas
- Cana
 - Batelada alimentada ou contínuo
 - Com reciclo de células
 - Concentração de células no meio de 36 g/L
 - Tempo de fermentação de 6 a 10 horas

Concentração de etanol

- Milho
 - Elevado, acima de 15 GL, um único ciclo
 - Alta concentração de açúcares no milho e a concentração do mosto é ajustada pela quantidade de água
- Cana
 - Em torno de 8 a 11 GL, pois, as células têm que ser preservada para o próximo ciclo
 - Concentração de açúcares na cana baixo para o caso de destilarias autônomas.





Preparo de mosto

- Milho
 - Adição de água
 - Necessidade de adição de enzimas
- Cana
 - Remoção de água
 - Não necessita de adição de enzima
 - Necessidade de tratamento para eliminação de sólidos solúveis

Estabilidade da matéria prima

- Milho
 - Contido nos silos de armazenagem, abastecimento garantido mesmo em períodos de chuva
 - Baixa variabilidade na qualidade
 - Produto de baixa perecividade
- Cana
 - Colheita direta para processamento, abastecimento irregular e pode ser interrompido em dias chuvosos
 - Sujeita a maior variabilidade na qualidade
 - Produto de alta perecividade





Comentários
finais

BioC

Ter



Pontos importantes

- De uma maneira geral o processo de produção de etanol de milho pode ser consorciado com o de cana, de forma parcial ou total
- Os equipamentos utilizados na produção de etanol de cana pode ser utilizado para a produção de etanol de milho, desde que o processo de preparo de mosto contenha a etapa de remoção de sólidos grosseiros
- O reaproveitamento do fermento por centrifugas convencionais não se faz possível nos processo de produção de etanol de milho, mesmo com mostos onde os sólidos insolúveis grosseiros foram retirados.

Pontos importantes

- É possível utilizar as células de levedura excedentes do processo de produção de etanol de cana no processo de produção de etanol do milho, desde que estas estejam em condições satisfatórias.
- A variabilidade da qualidade e do fornecimento de matéria prima para processo de milho é menor que o da cana
- Se faz necessário a utilização de enzimas para o preparo do mosto para o processo de milho.





Obrigado

- Silvio Andrietta
- sr.andrietta@gmail.com
- 19 9 8186 7229 whatsapp