

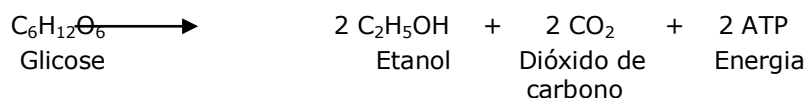
FERMENTAÇÃO ALCOÓLICA

VARIÁVEL 1: A CONCENTRAÇÃO DE AÇÚCAR

Em 2009, a produção brasileira de etanol chegou a 24 bilhões de litros, estimando-se que em 2012 será de 36 bilhões de litros. A indústria sucroalcooleira de hoje é um enorme complexo industrial com mais de 400 indústrias e a participação de várias multinacionais, em um mercado consolidado através de ciclos de aquisições e fusões.

A via fermentativa de produção de etanol a partir de cana-de-açúcar está baseada na atividade metabólica das leveduras sobre uma matéria-prima açucarada. Além de sacarose, as leveduras podem utilizar outros açúcares, tais como a glicose ou a frutose, mas não fermentam nem com lactose nem com amido. Matérias-primas amiláceas e feculentas devem ser degradadas, química ou enzimaticamente, até a obtenção de um açúcar fermentável. A utilização de matérias celulósicas demanda uma tecnologia complexa, atualmente em desenvolvimento.

As leveduras fermentam na ausência de oxigênio (anaerobiose), degradando parcialmente a glicose em etanol e dióxido de carbono, segundo a reação química que segue:



Entre os diversos fatores que interferem no rendimento do processo fermentativo, isto é, a conversão de açúcar em etanol, os mais importantes são:

- Fatores físicos: temperatura, pressão osmótica.
- Fatores químicos: pH, oxigenação, nutrientes minerais e orgânicos, inibidores.
- Fatores biológicos: linhagens e concentração das leveduras, contaminações.

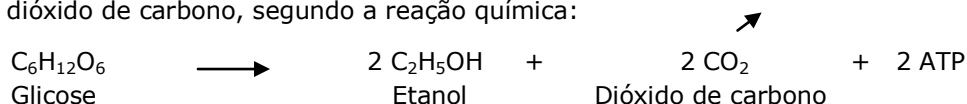
BIBLIOGRAFIA

de ALMEIDA LIMA, U. et al. Produção de etanol. *In*: de Almeida Lima, U. et al. Biotecnologia Industrial Vol. 3. *Processos fermentativos e enzimáticos*. São Paulo, Editora Edgar Blücher Ltda., 2001.

FERMENTAÇÃO ALCOÓLICA / CONCENTRAÇÃO DE AÇÚCAR

ATIVIDADE PRÁTICA

Frutas, cana-de-açúcar e melaços são as principais matérias-primas utilizadas na via fermentativa para produção de etanol. As leveduras (*Saccharomyces cerevisiae*) possuem enzimas para hidrolisar a sacarose formando monossacarídeos (glicose, frutose) que serão transformados em etanol e dióxido de carbono, segundo a reação química:



Qual a importância da concentração inicial do substrato no desenvolvimento do processo fermentativo?

OBJETIVO

Estudar a importância da concentração de açúcar (sacarose) na fermentação.

MATERIAIS

Balança, 5 fermentadores de 500 ml montados como indicado no Guia 02 (*Fermentação alcoólica: como montar um fermentador*), 150 g de açúcar, 5 g de fermento biológico seco instantâneo (levedura) e água.

PROCEDIMENTO

1. Montar o experimento como indicado na tabela a seguir:

Fermentador	1	2	3	4	5
Açúcar	0 g	10 g	20 g	40 g	80 g
Levedura	1 g	1 g	1 g	1 g	1 g
Água	Completar a 400 ml	Completar a 400 ml	Completar a 400 ml	Completar a 400 ml	Completar a 400 ml
Concentração do substrato	0%	2,5%	5%	10%	20%

2. Pesar os fermentadores (M_i = Massa inicial do fermentador, em gramas).
3. Repetir a pesagem dos fermentadores de dois em dois dias, durante uma semana.
4. Com os dados obtidos, calcular a relação entre a massa do fermentador (M_f) em um momento dado e a massa inicial do mesmo (M_i). Esta relação representa a diminuição relativa da massa do fermentador ao longo do experimento e se expressa como:

$$M_f/M_i (\%) = 100 \times \text{Massa final do fermentador (g)} / \text{Massa inicial do fermentador (g)}.$$

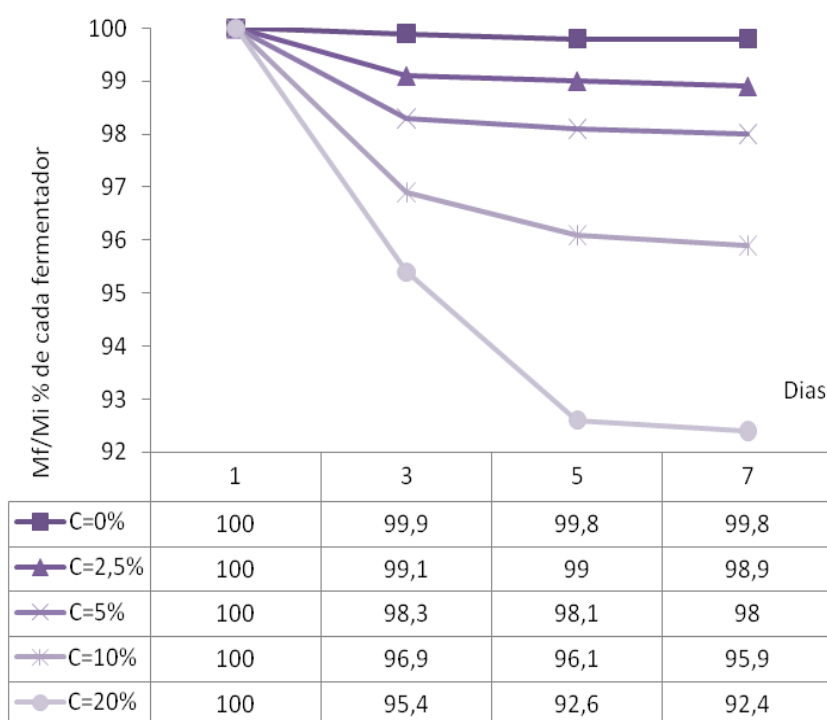
5. Analisar e interpretar os dados.

FERMENTAÇÃO ALCOÓLICA / CONCENTRAÇÃO DE AÇÚCAR

NOSSO COMENTÁRIO

Uma análise do método utilizado para monitorar a fermentação figura no Guia 05 (*Fermentação alcoólica: como monitorar a fermentação*). Montamos o experimento com açúcar mascavo, obtendo os dados que figuram abaixo.

Gráfico: percentagem da massa inicial (Mf/Mi %), de 5 fermentadores com diferentes concentrações de açúcar, ao longo de uma semana de acompanhamento do processo fermentativo.



Pode-se observar que, para os valores estudados, a diminuição da massa aumenta com a concentração do açúcar. Neste experimento não alcançamos a visualizar a inibição da fermentação por excesso de substrato, que se deve ao estresse osmótico causado por grandes concentrações de açúcar.

Recomendamos utilizar açúcar mascavo porque contém outros nutrientes necessários para o crescimento da população de leveduras. No caso de utilizar sacarose como substrato, convém adicionar de 3 a 5 gotas de algum fertilizante de plantas que contenha nitrogênio.

COMO MONTAR UM PROJETO

Pesquisar o que acontece quando se aumenta a concentração do açúcar.