

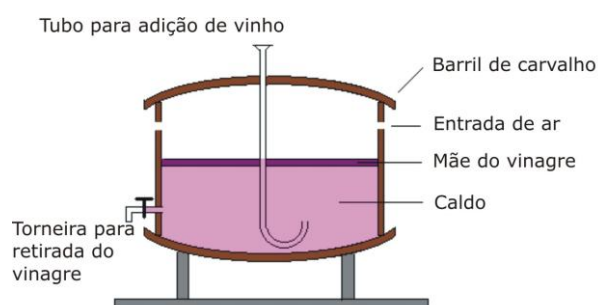
# A ACETIFICAÇÃO

## PRODUÇÃO DE VINAGRE (PROCESSO LENTO)

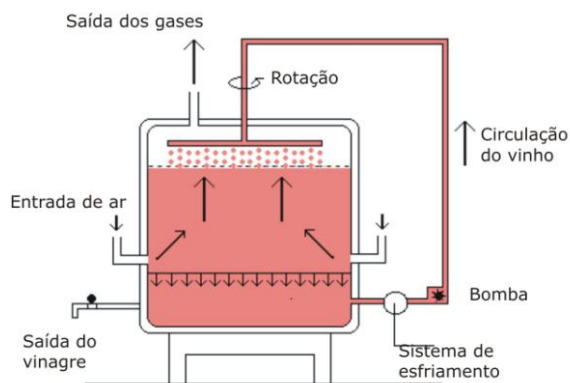
O vinagre é uma bebida que contém ácido acético em uma concentração de 5-6% e resulta de uma fermentação alcoólica seguida de uma fermentação acética durante a qual o etanol é oxidado em ácido acético, em uma reação exotérmica, por um agente biológico.

Os processos de fabricação de vinagre realizam-se tanto de maneira descontínua, como de maneira semicontínua. No primeiro caso, ao alcançar as características de acidez desejadas, retira-se todo o vinagre produzido e começa-se de novo. No segundo, ao chegar a uma determinada acidez, retira-se parte do produto e adiciona-se uma quantidade equivalente de matéria-prima.

O processo lento (francês ou d'Orléans) é o método mais antigo de fabricação de vinagre. Em um barril de carvalho de 200 litros, coloca-se o vinho até ocupar três quartos de sua capacidade. Na superfície, em contato simultâneo com o ar e o vinho, forma-se uma película gelatinosa de *Acetobacter*, que é a chamada de mãe do vinagre. Um suporte quadriculado de madeira a impede de afundar no líquido (figura ao lado). A acetificação ocorre na superfície, com aeração natural.



O processo é lento, exige espaço e tem uma produtividade muito baixa. No entanto, proporciona os melhores vinagres.



No processo rápido (Schuetzenbach ou alemão), o gerador ou fermentador é um recipiente de 100 a 100.000 litros de capacidade preenchidos com serragem ou outro material que tenha uma superfície de contato grande e sobre a qual se fixam as bactérias acéticas.

O vinho circula repetidas vezes no gerador enquanto se injeta ar no sentido contrário. O calor não se espalha tão facilmente como no método tradicional, e é necessário, então, um método de esfriamento, estabelecendo um gradiente de temperatura que impulsiona a circulação do ar (figura ao lado). Em relação ao processo lento, a produtividade é maior, mas a qualidade do vinagre é inferior.

A partir de 1950, desenvolveram-se sistemas de produção nos quais as bactérias estão submersas em uma mistura hidroalcoólica, dentro de enormes cubas de aço inoxidável. Estes acetificadores modernos contam com agitação, oxigenação e controles de temperatura. Desenhados e patenteados pela empresa alemã Heinrich Frings, os geradores ou *Acetators* são utilizados em mais de 50 países. Produzem 920 a 960 litros de vinagre com 10% de acidez a partir de 100 litros de álcool absoluto e funcionam em turnos de 24 horas. Devido a sua eficiência, também são utilizados na produção de ácido acético para outras finalidades.

## BIBLIOGRAFIA

MALAJOVICH, M.A. Vinagres. *Biotechnologia na vida cotidiana: manual de atividades práticas de Biotechnologia*. Rio de Janeiro, Edições da Biblioteca Max Feffer do Instituto de Tecnologia ORT, 2009.

ZANCANARO, JR.O. Vinagres. In: Aquarone E. et al. *Biotechnologia Industrial Vol 4. Biotechnologia na produção de alimentos*. São Paulo, Editora Edgar Blücher Ltda., 2001.

## A ACETIFICAÇÃO / PRODUÇÃO DE VINAGRE (PROCESSO LENTO)

### ATIVIDADE PRÁTICA

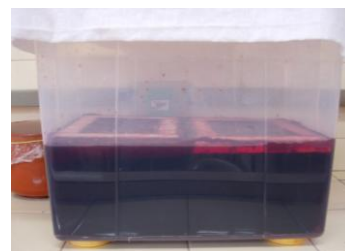
No processo francês, a acetificação ocorre na superfície do caldo, dentro de barris de carvalho e com aeração natural. O processo é lento, exige espaço e tem uma produtividade muito baixa, mas proporciona os melhores vinagres.

#### OBJETIVO

Produzir vinagre mediante o processo francês (lento).

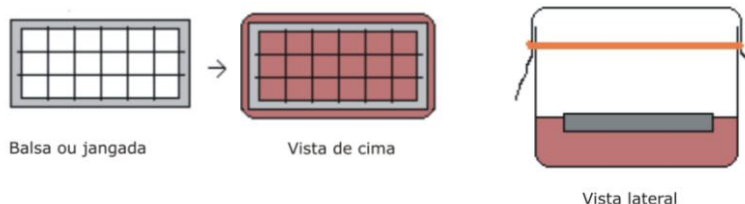
#### MATERIAIS

Uma caixa de plástico, 1 jangada de isopor e linha de náilon, 1 pano de algodão, barbante ou elástico de algodão, material para a titulação como detalhado no Guia 32 (*Fermentação acética: como titular o ácido acético*), vinho (teor alcoólico 12<sup>o</sup> GL a 14<sup>o</sup> GL) e vinagre forte (acidez 7% a 8%), preparado como indicado no Guia 31 (*Como obter vinagre forte*) em quantidade suficiente.



#### PROCEDIMENTO

1. Preparar o caldo misturando vinho e vinagre forte (proporção 1:3) e medir a acidez inicial (Ai), como indicado no Guia 32 (*Fermentação acética: titulação do ácido acético*).
2. Montar o fermentador, colocar a jangada e fechá-lo com o pano, ajustando-o bem a fim de evitar a entrada de insetos.



3. Medir semanalmente a acidez até que fique estável (Acidez final: Af).
4. Analisar os dados:
  - a. Calcular o volume de etanol em 100 ml de caldo, no início da produção.
  - b. A massa específica do etanol é de 0,78 g/ml. Calcular quantos gramas de etanol (Ei) havia em 100 ml de caldo, no início da produção.
  - c. Calcula-se que 1 g de etanol pode originar 1,304 g de ácido acético. Justificar esta afirmação, sabendo que a equação da fermentação acética é:
$$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH} + \text{O}_2 \longrightarrow \text{CH}_3\text{COOH} + \text{H}_2\text{O}$$
  - d. Calcular o rendimento do processo, que expressa a relação entre a quantidade de ácido acético obtido e a quantidade de ácido acético esperado. Seu valor se calcula mediante a fórmula

$$\text{R\%} = 100 (\text{Af} - \text{Ai}) / (\text{Ei} \times 1,304)$$

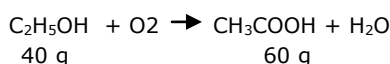
## A ACETIFICAÇÃO / PRODUÇÃO DE VINAGRE (PROCESSO LENTO)

### NOSSO COMENTÁRIO

O caldo se compõe de vinho e vinagre forte, que é um vinagre com bactérias vivas. Se a quantidade de vinagre forte disponível for pouca, pode-se complementar com um pouco de vinagre comercial. Uma regra deve ser respeitada: o caldo deve ter 5-8% de teor alcoólico e 2-3% de acidez. Concentrações mais altas de etanol são tóxicas para a flora bacteriana que ainda não está adaptada ao meio, e concentrações baixas de acidez favorecem as contaminações.

#### Rendimento e produtividade

O rendimento esperado da fermentação acética pode ser calculado a partir da relação estequiométrica segundo a qual 40 g de etanol podem ser transformados em 60 g de ácido acético, ou seja, 1 g de etanol gera 1,304 g de ácido acético.



Na indústria, considera-se aceitável a transformação de 1 g de etanol em 1 g de ácido acético, correspondendo a um rendimento de 76,7%, valor que expressa a percentagem entre o ácido acético formado e o ácido acético que poderia ter sido formado. Na prática, calculamos o rendimento como no exemplo que segue.

Exemplo: Colocamos no fermentador 750 ml de vinho e 750 ml de uma mistura de vinagre e vinagre forte, obtendo uma acidez inicial de 3%. Se o teor alcoólico do vinho for de 12<sup>o</sup> GL, podemos dizer que introduzimos  $12 \times 750 / 100 = 90$  ml de etanol.

Dado que a massa específica do etanol é de 0,78 g/ml, esse volume corresponde a 70,2 g de etanol. Sendo o volume total do fermentador igual a 1.500 ml, calculamos o etanol % (m/v) inicial segundo a fórmula:

$$\begin{aligned} \text{Ei \%} &= 70,2\text{g} \times 100 \text{ ml} / 1.500 \text{ ml} \\ \text{Ei \%} &= 4,7\% \end{aligned}$$

Cinco semanas depois, ao medir novamente a acidez, encontramos o valor Af = 7%

Calculamos o rendimento, aplicando a fórmula:  $R\% = 100 (Af - Ai) / (Ei \times 1,304)$

$$\begin{aligned} R &= 100 (7 - 3) / 4,7 \times 1,304 \\ R &= 65,3\% \end{aligned}$$

A produtividade se expressa como a quantidade de ácido acético formado, em gramas/litro x hora.

Neste caso, a diferença entre Af e Ai é de 4%, ou seja, em 100 ml de caldo se formaram 4 g de ácido acético.

Considerando o volume total de caldo, a quantidade de ácido acético formado é de

$4 \text{ g} \times 1.500 \text{ ml} / 100 \text{ ml} = 60$ , que correspondem a uma produção de  $60 \text{ g} / 1,5 \text{ l} = 40 \text{ g/l}$

Por conseguinte, a produtividade do fermentador ao longo de 5 semanas, ou 840 horas, foi de 0,0476 g/l.h

#### Problemas possíveis

Algumas vezes, depois de atingir seu valor máximo e estabilizar-se, a acidez começa a diminuir. Isto ocorre porque, ao desaparecer o etanol do meio, algumas bactérias acéticas (*Gluconobacter*) passam a utilizar o ácido acético como nutriente. Tanto o processamento do vinagre como as adições periódicas de vinho resolvem o problema.

Excesso de nutrientes e pouca acidez favorecem o crescimento de *Acetobacter xylinum*, uma espécie que produz grandes quantidades da mãe do vinagre, chegando a obstruir os dutos do fermentador rápido. Também pode haver crescimento da população de bactérias lácticas, que dão ao vinagre um odor estranho e bastante desagradável. Não tem solução; joga-se tudo no lixo e começa-se novamente.

### COMO MONTAR UM PROJETO

Uma vez estabilizado o fermentador, três caminhos são possíveis:

- Adicionar vinho no fermentador, visando o aumento da produção.
- Processar, engarrafar e pasteurizar o vinagre formado no fermentador, visando representar um sistema de produção descontínua, em bateladas.
- Retirar parte do vinagre (não mais de 10%) e adicionar no fermentador uma quantidade equivalente de vinho, visando representar um processo de produção semicontínuo. Chega um momento em que a zooglia, espessa demais, precisa ser retirada.