



OBTENÇÃO DE VINAGRE A PARTIR DE MANDIOCA E GENGIBRE¹

Priscila Aparecida Suman² e Magali Leonel³

RESUMO: O vinagre é um produto alimentício de grande mercado e com propriedades benéficas à saúde. Cada tipo de vinagre tem seu sabor, pois na transformação do álcool em ácido acético preservam-se valiosas substâncias aromáticas das matérias-primas originais e outros ácidos orgânicos podem ser formados. Este trabalho teve por objetivo produzir e caracterizar vinagres de gengibre e de mandioca. As matérias-primas passaram pelos processos de hidrólise enzimática do amido, fermentação alcoólica e, em seguida, pelo processo de fermentação acética (Orleans). Nos produtos finais foram realizadas análises de cinzas, acidez total em ácido acético, extrato seco e teor alcoólico, baseando-se na legislação vigente para vinagres. Os resultados mostraram que é possível obter vinagres de boa qualidade a partir de gengibre e de amido de mandioca.

PALAVRAS-CHAVE: amido, hidrólise, fermentação, ácido acético.

OBTATION OF VINEGAR FROM CASSAVA AND GINGER

ABSTRACT: Vinegar is a food product that has a great market potential and beneficial health properties. Each type of vinegar has its taste, since the transformation of alcoholic into acetic acid preserves the raw materials fragrances and other organic acids can be formed. This study produced and characterized vinegars from ginger and cassava starch. The raw materials were first hydrolyzed by an enzymatic process, then they suffered an alcoholic fermentation, and finally an acetic fermentation by the Orleans process. The ash quantity, total acidity in acetic acid, dry extract, and alcohol content of the final product were analyzed based on the current vinegars legislation. The results showed that it is possible to obtain vinegars with good quality from ginger and cassava starch.

KEYWORDS: ginger, vinegar, starch hydrolysis, fermentation.

1 INTRODUÇÃO

A organização para a alimentação e agricultura das nações unidas (FAO) estabelece que o vinagre é um líquido permitido para consumo humano e que deve ser produzido a partir de matérias primas de origem agrícola, que contém amido e/ou açúcares por meio de duas fermentações consecutivas, sendo a primeira fermentação alcoólica pela ação das leveduras, que transformam os açúcares em etanol e, em seguida, uma

fermentação acética, pela ação de bactérias aeróbias do gênero *Acetobacter*, que converte o etanol ao ácido acético, o produto principal do vinagre (PORRONGO, 2003).

A produção de vinagre a partir de matérias primas amiláceas ainda é pouco utilizada, mas apresenta-se como uma alternativa na valorização de tuberosas.

O gengibre (*Zingiber officinale*) é uma das mais antigas e populares plantas medicinais do mundo e vem sendo utilizado na medicina popular de quase todos os povos do planeta (PALHARIN et al., 2008).

No Brasil, a produção de gengibre visando à exportação de rizomas *in natura* é recente. A fim de atender as exigências do mercado internacional por um produto de bom tamanho e sem defeitos, é realizada uma seleção onde se eliminam partes ou mesmo rizomas inteiros defeituosos, com cortes, amassados, estragados ou muito pequenos. Esse material é normalmente descartado e representa um volume apreciável (acima de 20%) da colheita.

¹ Parte da dissertação de mestrado do 1º autor intitulada: Processo de obtenção de vinagre de gengibre

² Aluna do Programa de Pós-graduação em Agronomia – Energia na Agricultura, FCA/UNESP – Botucatu/SP - Brasil. Rua José Barbosa de Barros, 1780, Cep 18.610-307, e-mail prissuman@hotmail.com

³ Orientadora e Diretora do Centro de Raízes e Amidos Tropicais s, CERAT, FCA/UNESP – Botucatu/SP - Brasil. Rua José Barbosa de Barros, 1780, Cep 18.610-307, e-mail mleonel@cerat.unesp.br

A mandioca (*Manihot esculenta* Crantz), da família das Euforbiáceas, é uma espécie de origem latino-americana e sua produção está voltada principalmente para o consumo humano. Mais de 80 países produzem mandioca, sendo que o Brasil participa com mais de 15% da produção mundial, com cerca de 25 milhões de toneladas de raízes. De fácil adaptação, a mandioca é cultivada em todos os estados brasileiros, situando-se entre os primeiros produtos agrícolas do País, em termos de área cultivada (MATSUURA et al., 2003).

Por apresentar elevado teor de amido e baixos teores de gorduras, proteínas e cinzas, é uma matéria-prima adequada para obtenção de diversos produtos por hidrólise.

Cada tipo de vinagre tem seu sabor, pois na transformação do álcool em ácido acético preservam-se valiosas substâncias aromáticas das matérias-primas originais e outros ácidos orgânicos podem ser formados (SPINOSA, 2002). Nesta linha, este trabalho teve por objetivo comparar o processo de obtenção de vinagre utilizando como matérias primas o gengibre e a fécula de mandioca, devido às características diferenciadas de composição.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Matérias primas

Para o desenvolvimento deste trabalho foram utilizados rizomas frescos de gengibre do tipo caipira adquiridos no CEAGESP e fécula de mandioca doada pela Fecularia de Mandioca Flor de Lótus, localizada na cidade de Cândido Mota-SP. As matérias-primas foram analisadas para a composição química, pH e acidez titulável (AMERICAN ASSOCIATION OF CEREAL CHEMISTS, 2000).

2.2 Processo de hidrólise enzimática

Para cada matéria prima foram preparadas três suspensões de 15 kg com quantidade de matéria-prima suficiente para obtenção de concentração de amido de 12%. O processo de hidrólise foi conduzido em reator em aço e inox, com agitação e temperatura controladas com capacidade para 18 litros. Na etapa de liquefação foi utilizada a enzima α -amilase Termamyl 2X, na concentração de 1,7 kg de enzima / tonelada de amido. A suspensão foi mantida por uma hora em temperatura de 105°C com um terço da dose de enzima e por mais uma hora com o restante da enzima na temperatura de 95°C, sob agitação constante (TORRES et al., 2012).

Após a etapa de liquefação realizou-se o resfriamento para 60-65°C e a adição da enzima amiloglicosidase, AMG 300L, na concentração de 3,0 litros de enzima / tonelada de amido (TORRES et al., 2012).

Os hidrolisados obtidos foram caracterizados quanto aos açúcares em cromatógrafo líquido Varian, modelo Pró-Star, com duas bombas binárias e índice de refração

(detector) com amostrador automático, sendo a coluna BIORAD modelo AMINEX HPX 87P (fase estacionária Pb) 300x0,25mm, utilizando como fase móvel água e fluxo da amostra de 0,6ml minuto-1, na temperatura de 80°C, o que permite a quantificação de sacarídeos de grau de polimerização (Dp) de 1 a 9. Os perfis em área foram convertidos em concentração (g L-1) a partir de curvas padrões.

2.3 Fermentação alcoólica

Para o processo de fermentação alcoólica foram utilizados Erlenmeyers com capacidade para 6 litros, sendo adicionados 4 litros de hidrolisado de cada matéria prima com 1,5% de levedura seca (*Saccharomyces cerevisiae*), mantidos em agitação (100 rpm) em incubadora refrigerada a temperatura de 26°C, com período de fermentação de 48h (TORRES, 2009).

No final do processo de fermentação alcoólica as caldas foram caracterizadas quanto aos teores de açúcares residuais, etanol, metanol e glicerol em HPLC marca Varian, modelo pró-star com duas bombas binárias e índice de refração (detector) com amostrador automático. A coluna utilizada para detecção dos compostos foi a AMINEX HPX 87H (fase estacionária H+) 300 x 0,25mm da BIORAD, sendo utilizado como fase móvel ácido sulfúrico 0,001N, fluxo da amostra 0,6 ml/minuto e temperatura de 50°C. Os perfis em área dos componentes foram convertidos para concentração (g/L) a partir de curvas padrões.

2.4 Fermentação acética

As caldas obtidas dos processos de fermentação alcoólica dos mostos de gengibre e de mandioca foram inoculadas com bactérias acéticas provenientes de vinagre de caqui não pasteurizado (vinagre forte) obtido da Cooperativa Agrícola Nossa Senhora das Vitóriaas, Jundiaí-SP, e enriquecidas com sulfato de amônio 0,1 gL-1, fosfato de amônio 0,5 gL-1, fosfato de potássio 0,1, gL-1 sulfato de magnésio 0,1, gL-1 glicose 1,0 gL-1, citrato de potássio 0,1 gL-1 e pantotenato de cálcio 0,001 gL-1.

O processo adotado para realizar a fermentação acética foi o Orleans (lento), utilizando balão de fundo chato de vidro com capacidade para 10 litros como fermentador. Foram utilizados os mesmos parâmetros de fermentação para a calda de gengibre e de fécula, sendo o processo iniciado com 2 litros adicionando-se 50% (v/v) de calda (gengibre ou fécula de mandioca) e 50% (v/v) de vinagre forte não pasteurizado.

A cada semana foi adicionado mais um litro das respectivas caldas totalizando 6 litros em quatro semanas. Durante o processo de fermentação acética foram feitas análises de acompanhamento verificando o teor alcoólico e acidez total em ácido acético.

Na quinta semana retirou-se um litro de vinagre de cada processo, filtrou-se e os vinagres obtidos foram analisados para acidez total em ácido acético, teor alcoólico, cinzas e extrato seco.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Análises das matérias-primas

Os resultados obtidos na caracterização dos rizomas de gengibre mostraram elevado teor de umidade, e considerável teor de amido na base seca, o que permite o uso destes como matéria-prima em processo de hidrólise-sacarificação para obtenção de açúcares fermentescíveis (Tabela 1).

O elevado teor de umidade dos rizomas frescos também foi observado por Balladin e Headley (1999), que analisando rizomas de gengibre in natura, encontraram valores médios de $87 \pm 2\%$ de umidade.

Para os demais componentes os resultados obtidos foram semelhantes aos citados por Torres et al. (2012) que analisando rizomas de gengibre observaram elevado teor de umidade 83,09%, com considerável teor de amido 67,41%, 6,44% de cinzas, 10,29% de proteínas, 8,69% de fibras, 1,95% de matéria graxa e 4,73% de açúcares solúveis, em base da massa seca.

Tabela 1: Valores médios da composição dos rizomas de gengibre e da fécula de mandioca.

Análises	Fécula	Gengibre
Umidade (%)	79,39 ± 1,32	13,80 ± 0,70
(g/100g de matéria seca)		
Amido	69,72 ± 0,58	85,19 ± 0,05
Cinzas	5,48 ± 0,07	0,07 ± 0,06
Açúcares totais	2,18 ± 0,03	0,09 ± 0,03
Fibras	7,05 ± 0,03	0,30 ± 0,06
Lipídios	2,50 ± 0,06	0,10 ± 0,10
Proteína	6,69 ± 0,02	0,44 ± 0,08
pH	7,4 ± 0,07	6,38 ± 0,05
Acidez	2,4 ± 0,06	1,36 ± 0,09

Segundo a legislação brasileira a fécula de mandioca deve apresentar no máximo 14% de umidade, mínimo de 80% de amido, máximo de 0,75% de cinzas (SARMENTO, 2010). Portanto, a fécula utilizada está em acordo com os limites da legislação. Não existem limites para o teor de fibras, lipídios e proteínas para a fécula de mandioca.

3.2. Análise dos hidrolisados

A análise do perfil de açúcares dos hidrolisados de gengibre e de fécula de mandioca mostra que o principal açúcar foi a glicose (85,6 g L⁻¹ para o gengibre e 90,1 g L⁻¹ para a fécula). Contudo, verificou-se também a

presença de grande quantidade de dextrinas no hidrolisado de gengibre, indicando dificuldade de ação da enzima amiloglucosidase provavelmente devido a interferência dos outros componentes do gengibre (Figura 1).

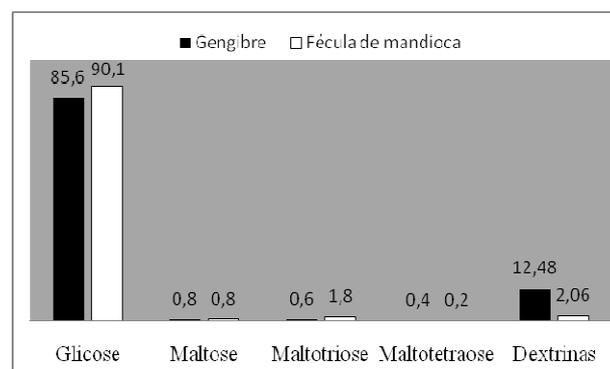


Figura 1: Perfil de açúcares (g.L⁻¹) dos hidrolisados de gengibre e de fécula de mandioca.

A formação de dextrinas se dá a partir da quebra das ligações α -1,4 da molécula do amido, aleatoriamente, pelas enzimas denominadas α -amilases. Torres et al. (2012) estudando os efeitos das concentrações de amilases no perfil de açúcares de hidrolisado de gengibre observaram que os teores de dextrinas nos hidrolisados variaram de 0,179g L⁻¹ a 1,432g L⁻¹. Quanto maior a concentração de amiloglucosidase, menor a concentração de dextrina encontrada no extrato hidrolisado.

3.3. Fermentação alcoólica

A análise das caldas obtidas após a fermentação alcoólica das hidrolisados de gengibre e de mandioca mostrou maior teor de etanol na calda de mandioca, o que já era esperado devido ao menor teor de dextrinas no hidrolisado (Tabela 2).

Tabela 2: Composição média das caldas de gengibre e fécula de mandioca.

Componentes L ⁻¹	Gengibre	Fécula
Etanol	40,3	47,6
Metanol	0,9	0,5
Glicerol	0,2	0,5
Glicose	0,5	0,1

Para se obter uma boa fermentação acética o fermentado deve conter teor alcoólico mínimo de 6,0 (% v/v) (AQUARONE et al., 2001). Os valores das análises realizadas para o teor de etanol das caldas de gengibre e mandioca respectivamente (4,03 e 4,76%) após a fermentação dos hidrolisados mostraram-se com valores inferiores ao recomendado, e diferentes para efeitos comparativos de acetificação inicial, sendo necessária a correção para 6 °GL.

O teor de metanol encontrado nas caldas de gengibre e mandioca foram respectivamente de 0,9 e 0,5 g L⁻¹. O

metanol é originado da degradação da pectina durante os estágios da fermentação. A molécula de pectina é formada pela associação de centenas de moléculas de ácido galacturônico, que possuem fragmento de moléculas de metanol, as quais são liberadas durante o processo de fermentação (CARDOSO, 2001).

Para o teor de glicerol foram observados teores de 0,2 e 0,5 g L⁻¹ para gengibre e fécula de mandioca respectivamente. A alta concentração de açúcares aumenta a velocidade de fermentação e a produtividade e, dentro de certos limites, acarreta menor crescimento do fermento e menor formação de glicerol por unidade de substrato processado.

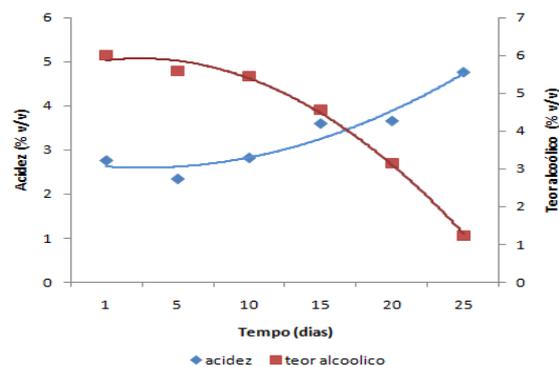
3.4. Fermentação acética

Os resultados obtidos nas análises de acompanhamento do processo de fermentação acética estão apresentados na Figura 2. A análise dos dados de teor alcoólico e acidez nas caldas durante a fermentação acética mostrou efeito do tempo de fermentação sobre estas variáveis, sendo que modelos polinomiais de segundo grau ajustaram-se bem aos dados das duas matérias-primas.

Ao final de 25 dias foram produzidos vinagres com acidez de 4,77% (gengibre) e 5,70% (mandioca), com um teor alcoólico residual em torno de 1% (Figura 2a e 2b). Estudo conduzido por Furiatti et al.(2009) produzindo vinagre de tomate pelo mesmo processo, mostrou valor final de acidez de 4,54% em um período de 25 dias. O processo de fermentação acética do gengibre teve declínio do teor alcoólico e aumento da acidez mais lentamente do que o processo com fécula de mandioca, o que pode ser devido aos demais componentes do gengibre.

3.4.1. Avaliação dos vinagres

A Tabela 3 apresenta os resultados obtidos nas análises físico químicas dos vinagres. Como pode ser observado os vinagres obtidos das diferentes matérias-primas estão em acordo com a legislação brasileira que define que vinagre é o produto obtido da fermentação acética do vinho e deve conter uma acidez volátil mínima de 40 g por litro expressa em ácido acético (4%). Sua graduação alcoólica não pode exceder a 1°GL e deve ser obrigatoriamente pasteurizado. Um vinagre com mais de 80 g por litro de acidez volátil é o concentrado de vinagre usado exclusivamente para diluição (BRASIL, 1999).

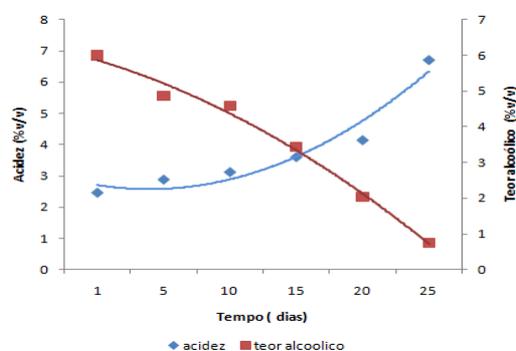


$$\text{Acidez} \quad Y = -0,2262x^2 + 0,6663x + 5,431 \quad R^2 = 0,9941$$

$$\text{Teor} \quad Y = 0,1066x^2 - 0,03237x + 2,841 \quad R^2 = 0,929$$

alcoólico

(a)



$$\text{Acidez} \quad Y = 0,2125x^2 - 0,7601x + 3,254 \quad R^2 = 0,9381$$

$$\text{Teor} \quad Y = -0,0936x^2 - 0,3727x + 6,332 \quad R^2 = 0,9897$$

alcoólico

(b)

Figura 1: Variação do teor alcoólico e acidez durante o processo de fermentação acética das caldas de gengibre (a) e fécula de mandioca (b).

Tabela 3: Análises dos vinagres de gengibre e de mandioca.

Análises	Vinagre de gengibre	Vinagre de mandioca
Acidez total (g de ac. acético/100 mL)	4,77	5,7
Teor alcoólico (°GL)	1,0	0,7
Cinzas (g.L ⁻¹)	2,1	1,2
Extrato seco a 105° (g.L ⁻¹)	2,8	1,3

4 CONCLUSÕES

A partir dos resultados obtidos foi possível concluir que no processo de hidrólise e sacarificação das matérias primas à presença de outros componentes não amiláceos leva a um menor teor de glicose e maior teor de dextrinas no hidrolisado de gengibre, acarretando em menor teor de etanol na fermentação alcoólica. É possível obter vinagres de boa qualidade utilizando gengibre e fécula de mandioca como matérias primas.

5 REFERÊNCIAS

- AQUARONE, E. et al. **Biotecnologia na produção de alimentos**. In: ZANCANARO JR., O. **Vinagres**. São Paulo: Edgard Blücher, 2001. v. 4, p. 183-208.
- AMERICAN ASSOCIATION OF CEREAL CHEMISTS. **Approved methods of the American Association of Cereal Chemists**. 10th ed. St Paul, 2000.
- BALLADIN, D. A.; HEADLEY, O. Liquid chromatographic analysis of the main pungent principles of solar dried West Indian ginger *Zingiber officinale Roscoe*. **Renewable Energy**, Oxford, v. 18, p. 257-261, 1999.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução normativa n. 36, 14 de outubro de 1999. Estabelece o regulamento técnico para fixação dos padrões de identidade e qualidade para fermentados acéticos. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 15 out. 1999. Seção 1, p. 76.
- CARDOSO, M. das G. Análises físico-químicas de aguardente. In: _____. **Produção de aguardente de cana-deaçúcar**. Lavras: UFLA/FAEPE, 2001. p. 152-173.
- FURIATTI, S. et al. Utilização de tomate para elaboração de vinagre. In: SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA DA UTFPR, 14., 2009, Pato Branco. **Anais...** Pato Branco: Universidade Tecnológica Federal do Paraná. p. 1-4.
- MATSUURA, F. C. A. U.; FOLEGATTI, M. I. S.; SARMENTO, S. B. S. **Processamento de mandioca: iniciando um pequeno grande negócio agroindustrial**. Brasília, DF: EMBRAPA; SEBRAE, 2003. parte 1. (Série agronegócios).
- PALHARIN, L. H. D. C. et al.. Estudo sobre gengibre na medicina popular. **Revista Científica Eletrônica de Agronomia**, Garça, n. 14, p. 1- 4, 2008.
- PARRONDO, J. et al. Production of vinegar from Whey. **Journal of the Institute of Brewing**, London, v.109, p. 358, 2003.
- SARMENTO, S. B. S. Legislação brasileira para derivados de mandioca. **Revista Raízes e Amidos Tropicais**, Botucatu, v. 6, p. 99-119, 2010.
- SPINOSA, W. A. **Isolamento, seleção, identificação e parâmetros cinéticos de bactérias acéticas provenientes de indústrias de vinagre**. 2002. 215 f. Tese (Doutorado em Ciência de Alimentos)-Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2002.
- TORRES, L. M. **Caracterização dos parâmetros técnicos do processo de fabricação de aguardente a partir de gengibre**. 2009.105 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Energia na Agricultura)-Faculdade de Ciências Agrônomicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2009.
- TORRES, L. M.; LEONEL, M.; MISCHAN, M. M. Concentração de enzimas amilolíticas na hidrólise do amido de gengibre. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 42, n. 7, p. 1327-1332, 2012.