

PRODUÇÃO ARTESANAL DE AGUARDENTE DE BANANA COM FRUTOS EM ESTÁDIO AVANÇADO DE MATURAÇÃO

**Ademar da Silva PAULINO (1); Manoel Santos da SILVA (2); Maria Gilvania XAVIER (3)
José Harlisson de Araújo FERRO (4) Diogo de Barros Mota MÉLO (5)**

(1) Instituto Federal de Alagoas, Campus Satuba, Rua 17 de agosto, Sn, CEP 57120000, Fone/Fax (82) 3266 1020, e-mail: demadaonca@yahoo.com.br, (2) Instituto Federal de Alagoas, Campus Satuba, Rua 17 de agosto, Sn, CEP 57120000, Fone/Fax (82) 3266 1020, e-mail: manuelss.professor@gmail.com, (3) Instituto Federal de Alagoas, Campus Satuba, Rua 17 de agosto, Sn, CEP 57120000, Fone/Fax (82) 3266 1020, e-mail: gilvani@xax.com, (4) Instituto Federal de Alagoas, Campus Satuba, Rua 17 de agosto, Sn, CEP 57120000, Fone/Fax (82) 3266 1020, e-mail: halissonferro@hotmail.com, (5) Instituto Federal de Alagoas, Campus Satuba, Rua 17 de agosto, Sn, CEP 57120000, Fone/Fax (82) 3266 1020, e-mail: diogozte@gmail.com

RESUMO

A banana é a fruta de maior produção e comercialização em todo o mundo, entretanto, são altos os índices de perdas, chegando a 40% no Brasil, o terceiro maior produtor mundial. Um dos procedimentos para se evitar desperdício é a utilização da fruta na composição de diversos produtos, dentre estes a aguardente de banana. Em diversos países a fabricação e consumo de aguardente de fruta ou *brandy* de fruta são muito populares e no Brasil, apesar de ter-se conhecimento da produção da aguardente de banana, o número de trabalhos científicos sobre o tema é quase inexistente. O objetivo deste trabalho foi o de fornecer subsídios ao desenvolvimento de uma tecnologia adequada à produção desta aguardente pela fermentação de banana 'Prata', de baixo valor comercial, devido ao estágio avançado de amadurecimento e/ou injúrias, estabelecendo padrões de qualidade para o produtor e de segurança para o consumidor. Os experimentos foram montados em um alambique experimental, localizado em Rio Largo, Alagoas, Brasil. Foi utilizado o sistema de fermentação em três bateladas sucessivas, sem reutilização do inóculo inicial de *Saccharomyces cerevisiae* meyen. O tempo total de fermentação foi de 30 horas. A levedura utilizada propiciou um rendimento médio de aguardente, com graduação alcoólica de 39%, de 118,5% em relação ao rendimento teórico.

Palavras-chave: banana, aguardente de banana, fermentação.

1. INTRODUÇÃO

O Brasil é um dos maiores produtores mundiais de banana, sendo a maioria da produção brasileira consumida no mercado interno na forma *in natura* e apenas uma pequena porcentagem é destinada à fabricação de produtos industrializados. Grande parte da produção brasileira de banana é perdida, cerca de 40%. Estas perdas geralmente ocorrem no período de colheita e pós-colheita, tornando-se notória a falta de melhor aproveitamento. Uma das maneiras de evitar desperdício de frutas é geralmente, a sua utilização na composição de doces, geléias, sucos e na produção de bebidas fermentadas e/ou destiladas, a depender das características de cada fruta. Dentre as possibilidades de produção de aguardente de frutas no Brasil, a de banana parece ser uma das mais promissoras, no entanto, necessita de mais estudos (Miranda, 2005; Lima et al, 2005).

No Brasil existe produção comercial deste destilado, entretanto, o processo fermentativo é realizado de forma empírica, o que reflete na variação da qualidade da bebida fornecida ao consumidor (Miranda, 2005). Nesse sentido, o objetivo do presente trabalho foi fornecer subsídios para a tecnologia de produção de destilado de banana a fim de que os produtores, onde a maioria possui propriedades de pequeno porte com baixa infra-estrutura tecnológica, tenham uma alternativa econômica para os frutos que seriam desperdiçados (Matthiensen & Boteon, 2003).

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A bananeira é uma frutífera nativa da Ásia pertencente à classe das *Monocotiledôneas*, da ordem *Scitaminales*, da família *Musaceae*, gênero *Musa* (Lima et al., 2005; Manica, 1998). Este fruto é o mais cultivado e consumido no mundo, sendo que a maioria dos produtores é de países localizados na zona tropical, no entanto, essa posição ela alcançou em meados da década de 1990, mas no Brasil ocupa o segundo lugar, pois é superada pela laranja. Este país é o terceiro maior produtor de bananas, com uma produção de 6,8 milhões de toneladas, o que representa aproximadamente 11% do que é produzido no mundo (Coelho, 2007; Lima et al., 2005; IBGE, 2003; Manica, 1998).

Para a fermentação alcoólica de banana, a sugestão é a utilização apenas da polpa, visto a casca contribuir com pequena quantidade de açúcar, levando à quantidade mínima de álcool, e constituir-se de fonte de contaminações por microrganismos e eventuais defensivos residuais utilizados no processo de produção. No entanto, no uso da casca, esta deve passar pelo processo de sacarificação enzimática para melhorar o rendimento (Guimarães Filho, 2003; Alves, 1999).

Na industrialização da banana é fundamental e importante a higiene nas fábricas que pode ser definida como o controle sistemático das condições ambientais durante o transporte, armazenamento e processamento de alimentos, de forma a prevenir a contaminação por microrganismos, insetos, roedores ou outros animais nocivos, e por substâncias químicas estranhas. A prática de higiene só deve terminar quando os alimentos forem consumidos (Alves, 1999).

O processo fermentativo consiste na transformação dos açúcares existentes em álcool etílico, ocorrendo à formação intensa de gás carbônico. Para cada molécula de etanol produzida ocorre a formação de uma molécula de gás carbônico. Entretanto, a depender de como esta transformação é realizada, pode-se obter maior ou menor quantidade de aguardente e produto de melhor ou pior qualidade (Schwan & Castro, 2001).

A fermentação é uma transformação bioquímica provocada num substrato por fermento vivo ou por um princípio extraído deste fermento. A importância deste processo está diretamente relacionada com diversos setores, com destaque para o alcooleiro e destilados, que tem toda sua produção derivada de processos fermentativos (Belluco, 2001).

Os tipos de processos fermentativos podem ser agrupados sob três pontos: em função de sua condução, podendo ser descontínua (fermentação em batelada) ou contínua; em função do modo de cultivo e desenvolvimento do agente microbiano (processos de superfícies ou submersos) e, ainda, em função do suprimento de oxigênio, quando aerados ou não (Reguly, 2000).

O inóculo é de relevante importância dentro da agroindústria de aguardentes devido sua participação no processo fermentativo para produção de etanol. Com destaque as raças oriundas da espécie selvagem *Saccharomyces cerevisiae* (Belluco, 2001).

As leveduras são fungos unicelulares, com crescimento vegetativo por brotamento, diferenciando-se assim dos demais fungos que possuem crescimento filamentosos. Contudo, em certas condições, pode apresentar alterações morfológicas celulares de células brotantes para estruturas filamentosas, o dimorfismo (Silva, 2006).

O emprego de cepas selecionadas de *Saccharomyces cerevisiae* que persistem e dominam a fermentação é imprescindível para a obtenção de aguardente de qualidade. Esta qualidade bem como o aumento na eficiência do processo produtivo passa, necessariamente, pela seleção de uma ou mais leveduras apropriadas ao processo (Pataro et al., 2002; Campos, 2003).

Para que ocorra fermentação alcoólica de boa qualidade é necessário que a matéria-prima, contenha nutrientes e açúcares em quantidade e qualidade satisfatórias. Além do álcool etílico, alguns teores de produtos secundários são produzidos durante a fermentação, muito dos quais responsáveis pelo sabor e aroma da bebida.

Na aguardente, a parte química é muito preocupante, principalmente devido à concentração ocorrida dos metabólitos durante o processo de destilação e, muitos dos quais extremamente prejudiciais à saúde, como no caso do metanol. Uma correta separação durante a destilação das frações de “cabeça”, “coração” e “cauda”, contribui para melhorar a qualidade do produto, minimizando os metabólitos tóxicos (Guimarães Filho, 2003).

No aspecto físico, é importante evitar a presença de substâncias contaminantes, advindas, por exemplo, da etapa de envelhecimento e/ou durante embalagem do produto ou, mesmo, na condução inadequada do processo de destilação, possibilitando a passagem do fermentado diretamente no condensador sem estar em estado gasoso, o que normalmente ocorre devido ao excesso de temperatura na destilação ou de excesso de fermentado no alambique.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

Os experimentos objetivando obter e avaliar a produção da aguardente de banana foram montados e conduzidos em um alambique experimental, localizado no município de Rio Largo, situado na região metropolitana de Maceió, Alagoas, Brasil. Estes experimentos foram realizados com a banana ‘Prata’ em estágio avançado de amadurecimento e com injúrias, constando de três fermentações no sistema convencional em batelada sem reutilização do inóculo inicial com *Saccharomyces cerevisiae* meyer.

As análises foram realizadas no laboratório de Tecnologia de Alimentos do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Alagoas (UFAL), as quais compreenderam, especificamente: pH, acidez total titulável e graduação alcoólica.

Utilizaram-se bananas ‘Prata’, no total de 25 kg, adquiridas no mercado da ‘Feirinha do Tabuleiro’ em Maceió. Os frutos, após prévia seleção, foram descascados manualmente e as polpas acondicionadas em embalagens plásticas de polietileno com o peso médio de 1 kg por embalagem e, em seguida, foram congeladas e armazenadas, para posterior utilização nos experimentos estabelecidos.

Para utilização nos experimentos, procedeu-se descongelamento de 5 kg de polpa a qual tinha temperatura de armazenamento de 16°C negativos. A quantidade de polpa recondicionada a temperatura ambiente foi suficiente à preparação de 10 kg de mosto a 10°Brix, ou seja, foram diluídas com água destilada, visto a mesma possuir, nestas condições, valores de sólidos solúveis acima de 20°Brix.. Procedeu-se o descongelamento por 6 horas em temperatura ambiente, sendo a polpa posteriormente desestruturada em ‘liquidificador’ (da marca Astro Mix). Para melhor

desestruturação e obter-se a diluição desejada adicionou-se água destilada até que os sólidos solúveis totais apresentarem 10°Brix a 20°C, leitura realizada em refratômetro portátil da marca Quimis.

O suco de banana com o teor de sólidos solúveis totais a 10°Brix na quantidade de 10 kg por dorna foi submetido a um processo de aquecimento com homogeneizações contínuas. Este aquecimento foi realizado em um reservatório de cozimento em aço inox com fogo direto a 90°C, por um período de 1 hora, sendo este procedimento realizado pelos autores Hammond et al. (1996) e Guimarães Filho (2003), objetivando a dispersão da massa, redução dos microrganismos contaminantes e também a inativação enzimática por esta, que, dentre outros efeitos, evita o processo de escurecimento.

Após o aquecimento, o suco foi resfriado com jato de água no exterior da parede do reservatório até reduzir a temperatura a 40°C. O teor de sólidos solúveis totais foi corrigido acrescentando-se água destilada, visando recompor a água perdida por evaporação durante o aquecimento. Para este ajuste, retirou-se uma alíquota do caldo e, com o auxílio do refratômetro, procedeu-se a leitura com a temperatura da amostra a 20°C, visto este refratômetro não possuir compensador de temperatura.

A levedura *Saccharomyces cerevisiae meyen* liofilizada foi inoculada na concentração de 0,025 g . 100g de caldo⁻¹. O fermento vivo, antes da inoculação, foi ativado em água destilada, na proporção de 1:10 (sendo, respectivamente, fermento vivo e água destilada). Esta suspensão da levedura foi aquecida e agitada em banho-maria a 40°C, permanecendo nesta temperatura por um período de meia hora. Em seguida, foi inoculada num mosto de concentração inicial de 6°Brix correspondente a 20% do total de mosto preparado. Após 1 hora foi adicionado 8L de suco com 11°Brix ao volume inicial do mosto inoculado, ao final desta operação o mosto atingiu 10°Brix.

A fermentação foi conduzida em temperatura ambiente, por 30 horas, após o fim da adição do mosto em um recipiente de plástico transparente de 20 litros de capacidade, para o acompanhamento visual da fermentação também no perfil.

Decorridas 30 horas de fermentação, procedeu-se, no vinho, a filtração com prensagem (prensa vertical em sistema de rosca giratória) para melhor aproveitamento do vinho na destilação.

As destilações foram realizadas em alambique de alumínio de 1 “corpo”, com capacidade de 20 litros (Figura 1). Procedeu-se a limpeza do mesmo com água e limão, segundo citações de Cardoso (2001). O aquecimento foi efetuado lentamente até a temperatura de 90° C por meio de fogo direto, pelo uso do GLP. Durante o processo de destilação, os primeiros 10% foram separados, constituindo a fração de “cabeça”, bem como os 10% finais, conhecido como fração “cauda”; ambos proporcionalmente ao volume de álcool esperado. A aguardente propriamente dita constituiu-se dos 80% do destilado obtidos entre as frações de “cabeça” e “cauda”, conhecida como “coração”.

As aguardentes produzidas foram armazenadas em recipientes de vidro, para averiguar a qualidade das mesmas.

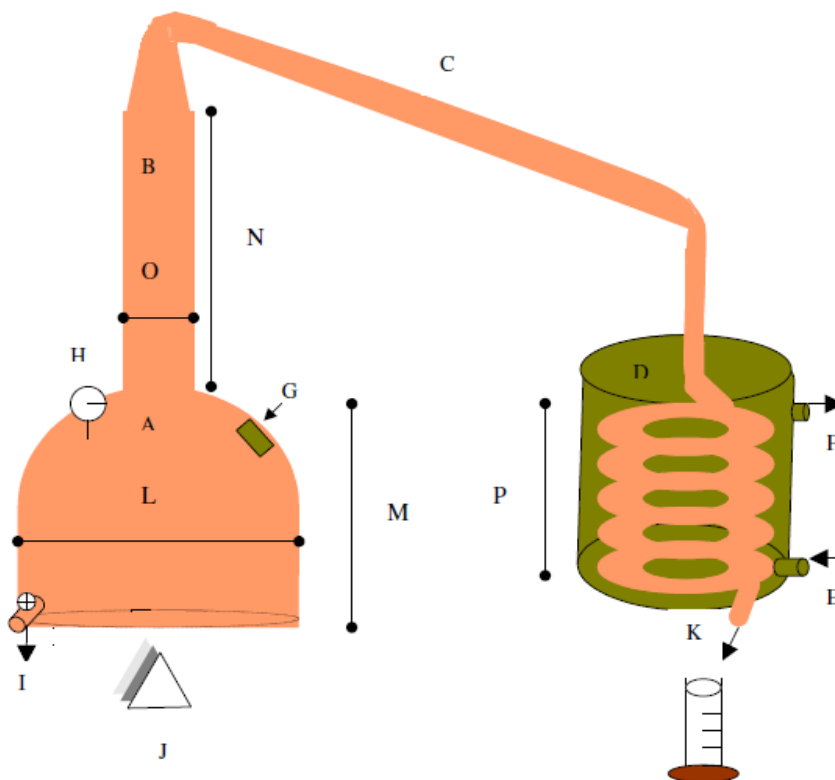


FIGURA 1: Esquema do alambique (sem refluxo), utilizado na destilação da aguardente de banana. A) cuba; B) capitel; C) alonga; D) serpentina de resfriamento E) entrada de água; F) saída de água; G) entrada do mosto fermentado; H) termômetro; I) saída de vinhoto; J) aquecimento com GLP; K) saída de aguardente e coleta em proveta; L) diâmetro da cuba = 0,6 m; M) altura da cuba = 0,5 m; N) altura do capitel = 0,8 m; O) diâmetro do capitel = 0,18 m; P) condensador = 4,1 m linear x 0,018 m de diâmetro.

Diversas análises específicas para cada etapa do processo anterior à fermentação foram realizadas para as três fermentações, sendo: I) relação polpa/casca – P/C; II) densidade; III) sólidos solúveis totais – SST; IV) pH; V) acidez total titulável – AAT.

As análises foram realizadas em laboratório nas seguintes metodologias:

I) Relação polpa/casca (P/C)

Foram realizadas por amostragem de frutos e em três repetições, efetuando-se a relação polpa/casca na banana despencada, separadamente, por meio de pesagem da casca e da polpa, com auxílio de balança digital (GEHAKA BG400). Em seguida, as polpas foram aproveitadas, com a finalidade de serem realizadas determinações químicas.

II). Densidade

A densidade do suco de banana com o teor de sólidos solúveis em 10°Brix a 20°C foi obtida com auxílio de balança digital (GEHAKA BG400), por meio da pesagem, de um volume conhecido de suco contido em balão volumétrico. Em seguida, a densidade foi determinada, por meio da relação da massa obtida pelo volume conhecido.

III). Sólidos solúveis totais

Os sólidos solúveis totais foram determinados por meio de leitura a 20°C, realizada em refratômetro portátil da marca Quimis.

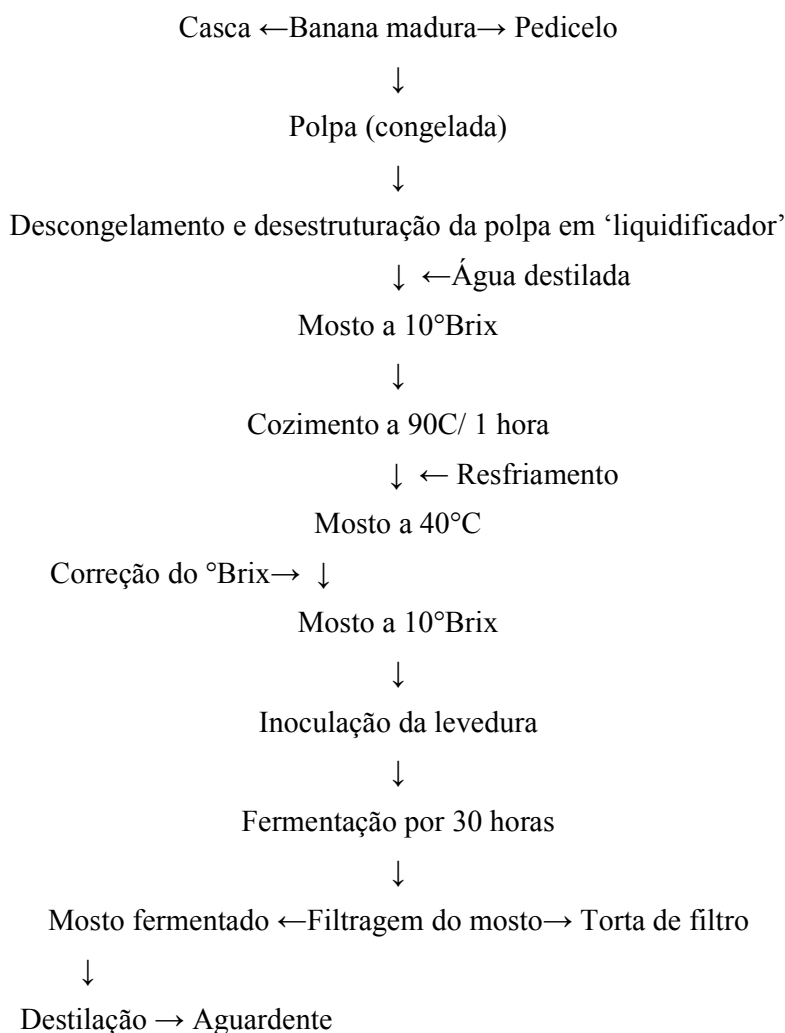
IV). pH

O pH foi obtido pelo método potenciométrico com eletrodo combinado de vidro, utilizando medidor de pH digital, modelo MARCONI PA 200.

V). Acidez total titulável (ATT)

A acidez total titulável foi determinada por titulação com NaOH a $0,025 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, utilizando fenolftaleína como indicador com 5 gotas para 25 mL de solução.

Fluxograma de produção da aguardente de banana



Nos experimentos de fermentação realizados neste trabalho, optou-se pela utilização da levedura *Saccharomyces cerevisiae meyen*, devido à inexistência de uma levedura específica, selecionada para a fermentação da banana.

O processo foi avaliado pelo acompanhamento da expansão do volume do mosto, através do desprendimento de CO_2 . A cada hora após a inoculação do volume total do suco era medida a altura e calculado o volume naquele instante.

O rendimento foi obtido com a média das três fermentações realizadas, com o aproveitamento teórico do que seria a fração "coração" e desprezo das frações "cabeça" e "calda".

Com o auxílio de um álcool-densímetro de leitura direta da marca Mercúrio foi determinada a graduação alcoólica.

A densidade, o pH e a acidez titulável total foram determinadas pelos mesmos métodos descritos para o suco de banana.

4. ANÁLISE E INTERPRETAÇÃO DOS DADOS

A relação polpa/casca encontrada foi de 2,01, significando que, de 100 Kg de banana ‘Prata’, foram obtidos 66,78 kg de polpa e 33,22 kg de casca. Resultado um pouco acima da faixa de 1,2-2,0 conforme Guimarães Filho (2003).

O teor de sólidos solúveis totais (SST) encontrado na polpa *in natura* variou entre 22,0° a 22,5°Brix, valor semelhante ao encontrado por Medina et al. (1998) para a banana ‘Prata’, que foi de 22,3°Brix.

A densidade do mosto a 10°Brix de sólidos solúveis foi de 1,05, valor relacionado à diluição da polpa com água destilada, pois a densidade da polpa é superior à do mosto (em torno de 1,12).

A acidez total titulável aferida foi de 0,31% valor aproximado ao observado por Medina et al. (1998), que foi de 0,29%.

Durante o processo de preparação da polpa para a fermentação, antes da inoculação da levedura, o pH oscilou de 4,99 a 4,46. Isto pode ter acontecido em decorrência do desprendimento de gases que contribuem para diminuição do pH enquanto ocorreu o aquecimento e, também pelo acréscimo de água destilada que apresenta seu potencial de hidrogênio mais elevado (em torno de 7). Este decréscimo observado foi gradativo entre cada etapa e pode ter contribuído para a redução de bactérias contaminantes.

O mosto de banana foi fermentado por 30 horas em recipiente de plástico transparente, até que o teor de sólidos solúveis totais atingisse a estabilidade. A fermentação foi acompanhada pela visualização do aumento do volume do mosto que ocorreu, certamente, em consequência do aumento da população do inóculo. Esse aumento foi gradativo num momento inicial, mas, após atingir um apogeu, teve recuo para o volume inicial. Com 12 horas de fermentação observou-se o pico da intensa formação de bolhas, indicando uma alta taxa de conversão dos açúcares em álcool e CO₂. No entanto, decorrido o período de 18 horas de fermentação, a presença de bolhas resultantes da fermentação alcoólica somente ocorreu esporadicamente, podendo ser observadas na superfície do mosto, várias perfurações, devido ao desprendimento de CO₂ produzido. Com 24 horas, observou-se total ausência de bolhas (Figura 2).

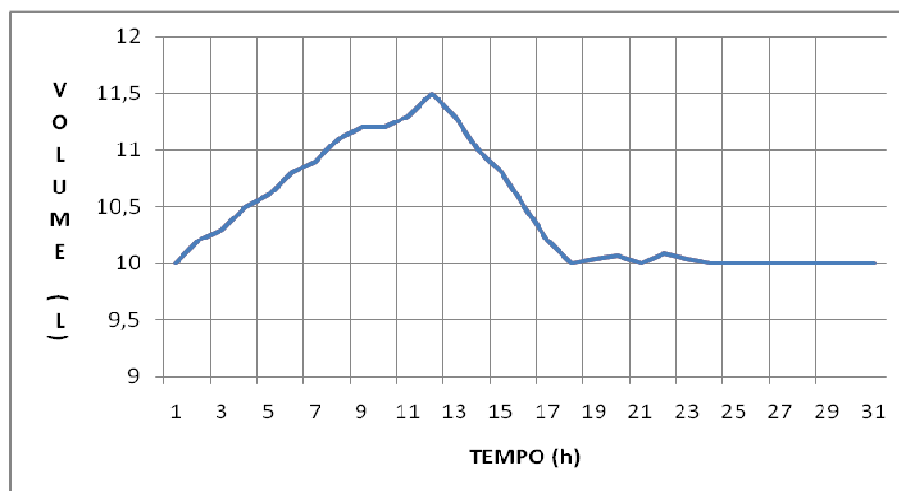


Figura 2: Expansão e recuo do volume do mosto resultante da formação de bolhas.

Como pode ser observado na figura anterior, após 18 h de fermentação não houve grande desprendimento de gases e, após 24 h, esse mesmo não foi visualizado podendo-se constatar que, nas condições as quais este trabalho foi realizado, o tempo de 18 h foi suficiente para que ocorresse a quase totalidade da fermentação.

Na Figura 3, é possível visualizar as duas principais fases fermentativas no perfil. Durante a fermentação (Figura 3 A), notou-se a formação de uma camada mais compacta na parte superior ou “chapéu”, bem como a ocorrência da expansão do volume do mosto.

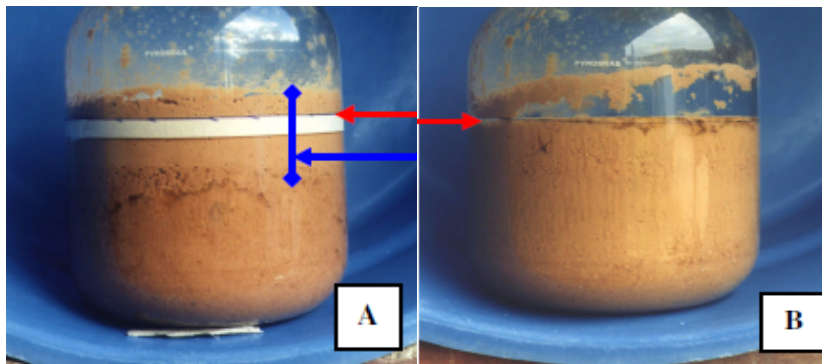


Figura 3: Expansão e recuo do volume do mosto

Isto ocorre, principalmente, devido à pressão exercida pelos gases liberados (CO_2) da fermentação, sendo mais acentuado conforme a intensidade fermentativa. Após 18 horas de fermentação (Figura 3 B), esta camada foi se desfazendo, sendo parte decantada e não mais observada. Decorrido este período o volume fermentativo retornou ao volume inicial e com pouco desprendimento de CO_2 , indicando uma baixa intensidade de fermentação alcoólica nesta fase.

O rendimento médio da aguardente obtido foi de 118,5% do rendimento teórico comparando com o de Guimarães Filho (2003), que foi de $0,167 \text{ L} \cdot \text{Kg}^{-1}$ de polpa sendo desprezadas para efeito de cálculo em ambos, as frações de “cabeça” e “cauda”, normalmente retiradas na obtenção da aguardente e que representam proporcionalmente ao grau alcoólico, 20% da aguardente produzida. É opcional o retorno em destilações posteriores, por possuir, ainda quantidades significativas de etanol.

A produção de aguardente propriamente dita (fração “coração”), obtida com um teor alcoólico real de 39% ($\text{v} \cdot \text{v}^{-1}$ a 20°C), foi de $0,198 \text{ L} \cdot \text{Kg}^{-1}$ de polpa ou $0,134 \text{ L} \cdot \text{Kg}^{-1}$ do fruto inteiro (rendimento de polpa = $66,78\% \text{ p} \cdot \text{p}^{-1}$).

O grau alcoólico real a 20°C de 39% ficou dentro da faixa de 36-54% conforme a legislação brasileira.

O pH (4,87) e a densidade (0,94) ficaram próximos à maioria das aguardentes nacionais que oscila próximo de 5 e 0,94 respectivamente.

A acidez titulável total foi 0,41%.

5. CONCLUSÕES

Nas condições deste trabalho, por meio dos resultados obtidos, pode-se concluir que:

O uso da levedura *Saccharomyces cerevisiae meyen*, na fermentação da banana madura ‘Prata’ propiciou um rendimento em aguardente de 118,5% em relação ao rendimento teórico, o que representou, $0,198 \text{ L} \cdot \text{Kg}^{-1}$ de polpa.

O período de fermentação de 30 horas para o mosto de banana madura ‘Prata’ foi mais que suficiente, em função da transformação praticamente total do açúcar em etanol.

Com o uso de matéria-prima de baixo valor comercial e encontrando o fermento correto para banana pode-se obter uma boa aguardente de valor acessível.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES, E. J. **A cultura da banana: aspectos técnicos, socioeconômicos e agroindustriais** / organizado por Élio José Alves – 2.ed., ver. - Brasília: EMBRAPA-SPI; Cruz das Almas: CNPMF, 1999. 585p.

BELLUCO, A. E. de S. **Alterações fisiológicas e de composição de *Saccharomyces cerevisiae* sob condições não proliferantes**. Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2001. 84 p. Dissertação (mestrado).

CAMPOS, C. R. **Uso de cepas selecionadas de *Saccharomyces cerevisiae* na produção de cachaça**. 2003. 105 p. Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG. Tese (doutorado).

CARDOSO, M. das G. Análises físico-químicas de aguardente. In: CARDOSO, M. das G. (Ed.). **Produção de aguardente de cana-de-açúcar**. Lavras: UFLA, 2001. p. 152-173.

COELHO, A. F. S. **Avaliação da qualidade após a colheita da banana “prata-anã” submetida a tratamentos químicos e armazenada sob refrigeração**. Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Agrícola, Campinas, SP, 2007. Tese (doutorado).

GUIMARÃES FILHO, O. **Avaliação da produção artesanal de aguardente de banana utilizando *Saccharomyces cerevisiae* CA-1174**. Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2003. 82 p. Tese (doutorado).

HAMMOND, J. B.; EGG, R.; DIGGINS, D.; COBLE, G. C. Alcohol from bananas. **Bioresource Technology**, Oxford, v. 56, n. 1, p. 125-30, Apr. 1996.

IBGE - Banana - Produção Agrícola Municipal, 2003. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso: 11 Mai 2009.

LIMA, L. C.; COSTA, S. M.; DIAS, M. S. C.; MARTINS, R. N.; RIBEIRO JUNIOR, P. M. Controle do amadurecimento da banana “Prata-anã” armazenada sob refrigeração e atmosfera modificada passiva com uso do 1-metilciclopropano. **Ciênc. Agrotec.** vol.29 n° 2 Lavras Mar./Abr. 2005.

MANICA, I. Bananas: do plantio ao amadurecimento. Porto Alegre, Cinco Continentes, 1998.

MATTHIENSEN, M. L.; BOTEON, M. **Análise dos principais pólos produtores de banana no Brasil**, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2003.

MEDINA, V. M.; SILVA, S. de O. e; CERQUEIRA, R. C. Evaluación de las características de la maduración por cosecha de genotipos de banano. In: REUNIÓN DE LA ASOCIACIÓN PARA LA COOPERACIÓN EN INVESTIGACIONES DE BANANO EN EL CARIBE, EN EL AMERICA TROPICAL (Acorbat 98), 1998, Guayaquil, Equador. **Memorian...** Guayaquil, Equador, 1998. p. 167-78.

MIRANDA, M. B. de. **Avaliação físico-química de cachaças comerciais e estudo da influência da radiação sobre a qualidade da bebida em tonéis de carvalho**. Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2005. 70 p. Dissertação (Mestrado).

PATARO, C.; GOMES, F. C. O.; ARAUJO, R. A. C.; ROSA, C. A.; SCHWAN, R. F.; CAMPOS, C. R.; SALES, A. C.; CASTRO, H. A. de. Utilização de leveduras selecionadas na fabricação da cachaça de alambique. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 23, n. 217, p. 37-43, 2002.

REGULY, J. C. **Biotechnology dos processos fermentativos: produção de enzimas e engenharia das fermentações**. Pelotas: UFPel, 2000. v. 3, 218 p.

SCHWAN, R. F.; CASTRO, H. A. de. Fermentação. In: CARDOSO, M. das G. (Ed.). **Produção de aguardente de cana-de-açúcar**. Lavras: UFLA, 2001. p. 113-26.

SILVA, P. C. da. **Caracterização de linhagens industriais de *Saccharomyces cerevisiae* quanto a filamentação induzida por alcoóis e deficiência de nutrientes**. Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2006. 62 p. Dissertação (mestrado).