

ESTUDO CINÉTICO E CARACTERIZAÇÃO DA BEBIDA FERMENTADA DO *Cereus jamacaru* P. DC.

Mércia Melo de Almeida

Prof. D. Sc. da UFCG, CCTA – UATA - Pombal – PB e-mail: mercia01@gmail.com

Flávio Luiz Honorato da Silva

Prof. D. Sc. da UFCG, CCT – UAEQ – Campina Grande – PB e-mail: flavioluizh@yahoo.com.br

Líbia de Sousa Conrado

Prof. D. Sc. da UFCG, CCT – UAEQ – Campina Grande – PB e-mail: libiac@deq.ufcg.edu.br

José Carlos Mota

Doutorando em Recursos Naturais na UFCG, Professor da UEPB, CEP: 58402-200 Campina Grande – PB.
e-mail: jcarlosmota10@gmail.com

Rosa Maria Mendes Freire

Pesquisadora da Embrapa Algodão – Campina Grande – PB e-mail: rosa@cnpa.embrapa.br

RESUMO - O estudo cinético da fermentação alcoólica e a caracterização físico-química da bebida fermentada utilizando a polpa do fruto do mandacaru foram estudados visando à valorização desta cultura. O fermentado de mandacaru foi produzido em bioreator, em sistema de batelada. Avaliou-se a concentração celular, concentração de açúcares totais, concentração de etanol, sólidos solúveis totais, pH e acidez total, ao longo de 48 horas de fermentação. As análises físico-químicas de voláteis, açúcares residuais, acidez total e pH mostraram que o fermentado de mandacaru apresentou qualidades comparáveis a outros fermentados de frutas produzidos por outros pesquisadores.

Palavras-chave: vinho, fermentação alcoólica, caracterização físico-química, açúcares totais.

KINETICS AND CHARACTERIZATION OF *CEREUS Cereus jamacaru* P. DC. WINE

ABSTRACT - The study of alcoholic fermentation kinetics and the physical-chemical characterization of the fermented beverage using the fruit pulp of the *Cereus jamacaru* P.DC. cactus were performed aiming to valorize this crop. The wine was produced in a bioreactor, in a stirred batch system. The cellular concentration, the concentration of total sugars, the concentration of ethanol, total soluble solids, pH and total acidity were assessed over a period of 48 hours of fermentation. The physical-chemical analyses of volatiles, residual sugars, total acidity and pH showed that the *Cereus jamacaru* wine presented qualities that are comparable to other fruit wines produced by other researchers.

Key words: wine, alcoholic fermentation, physical-chemical characterization, total sugars

INTRODUÇÃO

O Nordeste brasileiro destaca-se como um grande produtor de frutos tropicais nativos e cultivados, em virtude de suas condições climáticas. A fruticultura, nesta região, constitui-se em atividade econômica bastante promissora, devido ao sabor e aroma exótico de seus frutos e à sua enorme diversificação. O mandacaru (*Cereus jamacaru* P. DC.) é uma cactácea típica da região Nordeste do

Brasil, denominada Caatinga, pertencendo à família das cactáceas. Cresce em solos pedregosos e, junto a outras espécies de cactáceas, forma a paisagem típica da região Semi-árida do Nordeste, sendo encontrado nos estados do Piauí, Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco, Alagoas, Sergipe, Bahia e norte de Minas Gerais.

Segundo Rocha & Agra (2002), o fruto do mandacaru (Figura 1) é uma baga, ovóide, com aproximadamente 12 cm de comprimento, vermelho,

carnoso, de polpa branca, com inúmeras sementes pretas e bem pequenas. O tamanho do fruto do mandacaru varia de 10-13 x 5-9 cm, sendo ovóide, sucosa; epicarpis glabros, róseos a vermelho; polpa funicular, mucilagínosa, branca; sementes pretas variando de 1,5 – 2,5 mm de comprimento. Esta fruta

apresenta grande potencial de aproveitamento industrial, por apresentar teores relativamente elevados de sólidos solúveis totais (SST) e açúcares totais (AT), constituintes importantes em processos biotecnológicos (p.ex. fermentação alcoólica) (ALMEIDA et al., 2005).



Figura 1 – (A) Frutos abertos expondo a polpa, casca e sementes; (B) Diferentes tamanhos do fruto

A fermentação alcoólica de suco de frutas produz álcool etílico como produto principal, e muitos outros componentes secundários, como aldeídos, metanol, álcoois superiores, ácidos e ésteres que contribuem para a qualidade organoléptica do fermentado (vinho). A natureza e qualidade destes componentes dependem da matéria-prima, fermentação e envelhecimento (DATO et al., 2005).

A legislação brasileira sobre bebidas (BRASIL, 1997) estabelece que o vinho é uma bebida proveniente exclusivamente da fermentação alcoólica de uva madura e fresca ou suco de uva fresca. E determina que bebidas elaboradas com outros frutos deve obrigatoriamente ser rotuladas com a denominação fermentado acompanhada do nome do fruto da qual se originou, por exemplo, fermentado de caju, fermentado de laranja, fermentado de acerola, fermentado de abacaxi, etc.

De acordo com a legislação brasileira (BRASIL, 1997), o fermentado de fruta é uma bebida com graduação alcoólica de 4 a 14% em volume, a 20°C, obtida da fermentação alcoólica do mosto de fruta sã, fresca e madura, sendo o etanol o principal componente do fermentado de fruta. As análises dos componentes voláteis (acetaldéido, acetona, éster, acetato de metila e etila), metanol, etanol, álcoois superiores (1-propanol, isobutanol, amílico e isoamílico), acidez total, açúcares residuais e pH são de vital importância para verificar a qualidade da bebida (GARRUTI, 2001).

Os vinhos ou fermentados de frutas são divididos em três classes no que se refere à quantidade de açúcares residuais. A primeira classe apresenta os vinhos do tipo seco, com até 5 g/L de açúcares totais, a segunda entre 5,1 e 20 g/L são do tipo meio seco e a terceira e última é a classe dos vinhos suaves ou doces com mais de 20,1 g/L (RIZZON, 1994).

A maioria das frutas utilizadas para processamento de vinho apresenta baixo teor de açúcar e elevada acidez no pico da maturidade, portanto devem ser corrigidos com açúcar e ou água para se obter um produto com teor alcoólico desejável. (ARRUDA et al., 2003).

O mandacaru é um fruto exótico e diferentemente do fruto da palma forrageira (também conhecido como figo da índia) não é explorado comercialmente ocorrendo assim, grandes desperdícios desses frutos, sendo necessário buscar alternativas e o emprego de tecnologia para que venham minimizar essas perdas e gerar lucros. Esta cultura se apresenta de forma extensiva, e não se encontram na literatura dados estatísticos da sua produção anual. Com base nestas informações percebe-se que a utilização do fruto do mandacaru na produção de bebida fermentada é uma forma de obter um produto de maior valor agregado e maior tempo de vida útil e conseqüentemente incentivar o cultivo de forma intensiva desta cultura.

Diante do exposto, o objetivo deste trabalho foi estudar a cinética da fermentação alcoólica e realizar a caracterização físico-química e cromatográfica da bebida fermentada de mandacaru e confrontar a legislação brasileira acerca de bebidas.

MATERIAL E MÉTODOS

Os frutos maduros do mandacaru foram provenientes da Fazenda Pocinho localizada em Barra de Santana – PB a 130 Km de João Pessoa. Os frutos foram coletados e conduzidos para o Laboratório de Engenharia Bioquímica da Universidade Federal de Campina Grande, onde foram lavados com água clorada (20ppm), e em seguida lavados em água corrente visando eliminar o resíduo de cloro remanescente da lavagem anterior.

Etapas da elaboração da bebida fermentada de mandacaru

Para a clarificação da polpa do fruto do mandacaru utilizou-se uma solução de gelatina a 10% (comercial, incolor e inodora), numa proporção de 10 mL/litro de suco.

Utilizou-se o metabissulfito de potássio ($K_2S_2O_5$) para a sulfitação, numa concentração de 3 gramas para cada 10 litros de suco clarificado. A chaptalização, com uma concentração de 100g de sacarose/L de suco, foi dividida em duas etapas: 30g/L no início da fermentação e 70g/L na segunda etapa, tentando reduzir a inibição pelo substrato, e consiste em adicionar sacarose ao mosto para atingir uma gradação alcoólica desejada.

O microrganismo utilizado no processo fermentativo foi a levedura *Saccharomyces cerevisiae* (fermento biológico comercial), numa concentração de 3 g/L (massa seca). A concentração de levedura foi definida baseando-se nos dados obtidos na produção do fermentado do fruto da palma (LOPES et al., 2005).

A fermentação alcoólica foi conduzida em reator batelada, em duas repetições, em biorreatores com capacidade de 10L. O volume de mosto a fermentar foi de 5 litros, a temperatura de $30 \pm 2^\circ\text{C}$. Realizou-se a cada 2 horas o controle das seguintes variáveis: temperatura (uso de um termômetro de mercúrio), concentração de açúcares redutores totais (AT) pelo método de DNS (MILLER, 1959) com algumas adaptações; sólidos solúveis totais, pH, acidez total segundo as metodologias descritas por Brasil (2005); teor alcoólico (ebuliômetro) e concentração celular que foi determinada adotando-se o método gravimétrico (utilizando tubos de eppendorff) descrito por Florentino (2006).

Terminada a fermentação alcoólica, iniciou-se a clarificação gradativa do fermentado, através de trasfegas. A primeira trasfega foi realizada logo após o final da fermentação. Depois de 30 dias fez-se uma

segunda trasfega. A trasfega consiste na remoção das partículas sólidas em suspensão, que caso não sejam removidas, podem dar origem a produtos de odor desagradável, como H_2S ou mercaptana, os quais depreciam o vinho (RIZZON et al., 1994).

Engarrafou-se o fermentado em garrafas de 1L apropriadas para vinhos, de vidro verde escuro e rolhas de cortiça e em seguida pasteurizou-se as garrafas. A pasteurização foi realizada em água previamente aquecida a uma temperatura de 65°C durante 30 minutos. Seguido de choque térmico, em água corrente. Terminado o processo de pasteurização, as garrafas foram armazenadas em ambiente fresco.

Caracterização da bebida fermentada

As análises da bebida foram realizadas no Laboratório de Engenharia Bioquímica da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG) e no Laboratório de Qualidade de álcool da GIASA S.A/PB. Todas as análises foram realizadas em triplicata.

Análises físico-químicas da bebida fermentada

O pH foi determinado pelo método potenciométrico, com o pHmetro previamente calibrado com as soluções tampões de pH 4,0 e pH 7,0.

Para a determinação dos açúcares redutores utilizou-se a metodologia descrita por Miller (1959) com algumas modificações. O método baseia-se na redução do DNS (ácido 3,5-dinitro salicílico) a ácido 3-amino-5-nitro salicílico, concomitantemente com a oxidação do grupo aldeído do açúcar a grupo carboxílico. Após aquecimento, a solução torna-se alaranjada, sendo lida, em espectrofotômetro, a 540nm.

A acidez total titulável foi determinada pelo método da AOAC (1997).

O teor alcoólico (concentração de etanol) foi determinado utilizando-se o ebuliômetro. Inicialmente é feita a calibração do equipamento com água destilada, até a temperatura de ebulição, a qual serve de referência para o etanol. Com a temperatura de ebulição da água e da amostra, determinou-se a concentração de etanol, utilizando a régua de conversão que acompanha o equipamento.

Análises cromatográficas da bebida fermentada

Determinou-se na bebida fermentada, concentrações de álcoois superiores (N-propanol, Iso-butanol, N-butanol, Iso-amílico), metanol e voláteis (acetaldeído, acetato de etila). Utilizou-se o cromatógrafo gasoso da marca Varian CP-3380 para as análises de componentes voláteis e álcoois superiores.

Foi utilizado um padrão, adquirido no ITEP (Instituto Tecnológico de Pernambuco), com as seguintes concentrações: aldeído: 3,15; acetona: 3,02; acetato de etila: 4,96; metanol: 2,73; n-propanol: 6,03; iso-butanol: 4,42; n-butanol: 3,10 e iso-amílico: 3,20 mg/100 mL. As condições operacionais de temperatura nas quais foram obtidos os dados cromatográficos do fermentado foram: 130 °C, 160 °C e 86 °C para injetor, detector e coluna, respectivamente. Utilizou como gás de arraste o nitrogênio com uma velocidade de 20 mL/40 seg.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A polpa *in natura* apresentou uma concentração de sólidos solúveis totais de 11°Brix, correspondente aproximadamente a 9,82% de açúcares totais. No entanto, foi necessário adicionar sacarose ao

mosto para que a bebida fermentada obtida apresentasse uma graduação alcoólica mais elevada. O pH de 4,1 observado na polpa foi adequado para a fermentação alcoólica e está de acordo com a faixa de pH ótimo que deve estar entre 4 a 4,5 para conduzir uma boa fermentação (LOPES et al., 2005), não sendo necessário fazer a correção do mesmo.

Durante o processo de fermentação alcoólica, foi observado o perfil cinético das principais variáveis do processo: concentrações de açúcares totais (substrato), concentração celular (biomassa) e etanol (produto) em função do tempo de fermentação. A média dos experimentos realizados, em duplicata, pode ser observada na Figura 2. Verificou-se que o comportamento cinético nos dois experimentos realizados apresentou uma reprodutibilidade muito boa dos dados da concentração celular (X), concentração de etanol (P) e açúcares totais (AT)

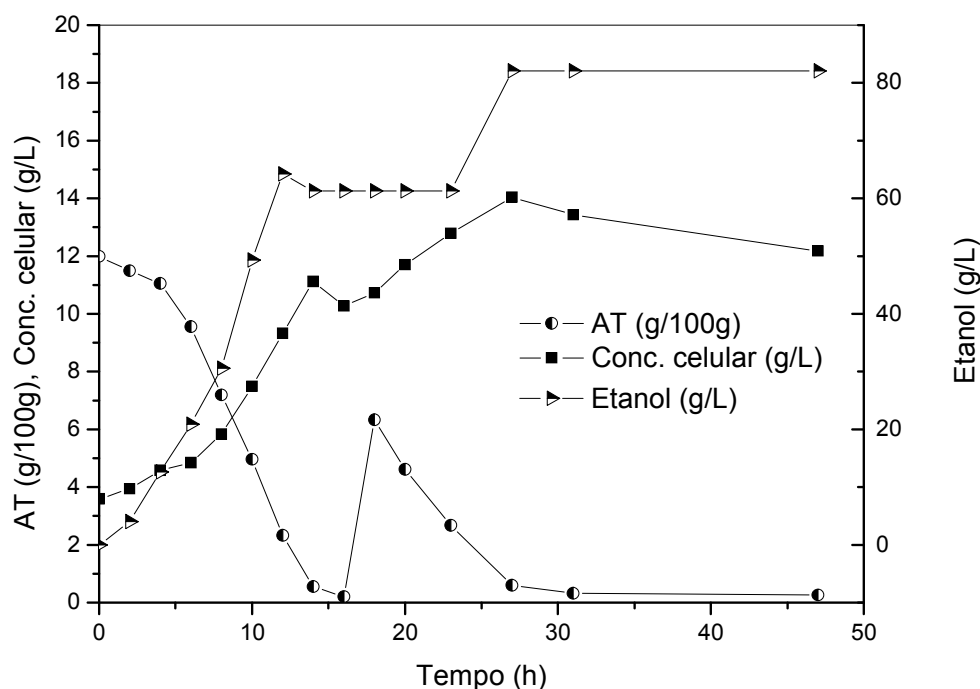


Figura 2 - Perfil cinético do Substrato (açúcares totais), Células (biomassa) e Produto (etanol) (Valores médios)

Analisando a Figura 2 verifica-se que houve uma redução lenta na concentração de açúcares totais nas primeiras 6 horas da fermentação alcoólica, tornando-se mais rápida ao longo do tempo, atingindo um nível de 0,21 g/100g de açúcares totais após 16 horas de fermentação em decorrência do consumo do substrato pelo microrganismo. Consequentemente houve um aumento na concentração de etanol chegando a uma concentração de 61,27 g/L (7,76% v/v). Após 16

horas de fermentação, verificou-se que o teor de sólidos solúveis totais estava constante e apresentava um valor fixo de 4°Brix, ou seja, a fermentação estava na fase lenta. Logo, adicionou-se a segunda parte da sacarose ao mosto (segunda chaptalização) o que ocasionou um aumento na concentração de açúcares totais de 0,21 para 6,33 g/100g dando início a segunda fase da fermentação. A chaptalização deve ser realizada em duas etapas visando minimizar a inibição do microrganismo pelo substrato (SILVA, 1998).

A concentração de açúcares totais decresceu novamente com o tempo de fermentação, sendo este decaimento mais rápido entre 18 e 27 horas, tornando-se lento até o final da fermentação, devido à presença de elevadas concentrações de etanol. Verificando-se que a concentração de etanol já atingiu o pico máximo de 82,11 g/L (10,4°GL). Resultados semelhantes de concentração de etanol foram observados por Torres Neto et al. (2006) no fermentados de caju (11,5°GL) e por Corazza et al. (2001) no fermentado de laranja (10,6°GL).

Constatou-se ainda, que no final da fermentação o °Brix permaneceu constante, 5,5°Brix, provavelmente, pelos açúcares infermentescíveis presentes na polpa do fruto do mandacaru. Este fato também verificado no fermentado de laranja (CORAZZA et al., 2005) onde foi observado que no final da fermentação o °Brix permaneceu constante, em aproximadamente 8°Brix.

Quanto à concentração celular, observou-se que a mesma aumentou lentamente nas primeiras 6 horas de fermentação, como mostra a Figura 1, verificando-se um aumento exponencial na concentração celular nas primeiras 14 horas de fermentação, indicando assim que não houve fase de adaptação dos microrganismos ao meio. Na segunda fase da fermentação, observou-se uma nova fase exponencial, na qual ocorreu um rápido crescimento celular até 27 horas, atingindo um pico

máximo de 14,05g/L. Nos estudos da fermentação alcoólica do kiwi observaram um pico máximo de crescimento celular entre 12 e 36 horas de fermentação (BORTOLINI et al., 2001). Essa variação depende de alguns fatores, como a linhagem de levedura utilizada, bem como a concentração inicial de açúcares totais.

Caracterização da bebida fermentada do fruto do mandacaru

A composição físico-química da bebida fermentada do mandacaru pode ser observada na Tabela 1.

Comparando-se os fermentados de frutas citados na Tabela 1, observa-se que o pH nos fermentados é relativamente próximo. O pH do fermentado de mandacaru, de 3,91 confere a bebida uma maior resistência às infecções bacterianas (TORRES NETO et al., 2006).

A acidez total da bebida não teve seu valor duplicado, quando comparado ao início da fermentação, o que revela que não houve produção excessiva de ácidos orgânicos, ou seja, não houve contaminação por bactérias. A acidez total do fermentado de caju (7,2g/L) e do fermentado de laranja (8,1g/L) são bem mais elevadas do que a concentração de acidez do fermentado de mandacaru (2,4g/L), porém a literatura comenta que baixas concentrações de acidez total nos vinhos branco e tinto dão características de vinhos macios, com mais estrutura e aromas mais complexos (EMBRAPA, 2000).

Tabela 1 – Comparação do fermentado fruto do mandacaru com outros fermentados da literatura

Bebida fermentada	pH	Acidez total (g/L)	AR (g/L)	Grau alcoólico (% v/v)
Mandacaru	3,91	0,24	0,4	10,4
Laranja (Corazza et al., 2003)	3,3	8,1	8,0*	10,6
Caju (Torres Neto et al., 2006)	3,5	7,2	3,6*	11,5
Cajá (Dias et al., 2003)	3,5	2,0	0,0	12,0
Uva (vinho tinto) (Embrapa, 2000)	3,3	4,1	2,0	12,2
Uva (vinho branco) (Embrapa, 2000)	3,6	4,4	3,4	12,0
Fruto da palma (polpa) (Lopes et al., 2006)	4,0	5,0	3,62*	5,5

* Valores de sólidos solúveis totais (°Brix)

Os valores dos fermentados de mandacaru, vinho branco e vinho tinto estão expressos em açúcares redutores (g/L), apresentando concentrações inferiores a 5,5 g/L, valor máximo estabelecido pela legislação brasileira para vinhos secos. O teor residual

de açúcares redutores classifica a bebida fermentada do mandacaru como fermentado do tipo seco, pois de acordo com Rizzon et al., (1994) os fermentados com até 5 g/L de açúcares totais são classificados como tipo seco. Quanto aos sólidos solúveis totais

remanescentes, os fermentados de caju e fruto da palma estão bem próximos, em torno de 4,0, enquanto o fermentado de laranja apresentou uma concentração final de 8,0°Brix.

O teor alcoólico 10,4% (82,11g/L) da bebida fermentada de mandacaru está de acordo com as especificações exigidas pela legislação brasileira de bebidas (Brasil, 1997), que determina para fermentados de fruta uma graduação alcoólica de 4 a 14°GL. Comparando-se os fermentados de frutas de

mandacaru, laranja, caju, cajá, vinhos branco e tinto e palma forrageira, verifica-se pela Tabela 1, que a concentração de etanol nos fermentados é relativamente próxima, com exceção apenas do fermentado do fruto da palma, com concentração de etanol de 5,5%.

A análise cromatográfica da bebida fermentada do fruto do mandacaru pode ser observada na Tabela 2.

Tabela 2 – Resultados da análise cromatográfica da bebida fermentada expressos em mg/L

Parâmetros analisados	Média ± desvio padrão
Acetaldeído (etanal)	154,33 ± 9,11
Acetato de etila	118,93 ± 7,02
Metanol	356,77 ± 21,07
N-propanol	135,30 ± 7,99
Iso-butanol	377,70 ± 22,29
N-butanol	7,17 ± 0,42
Iso amílico	1385,47 ± 81,79
Soma dos álcoois superiores	1905,64 ± 112,55

A concentração de acetaldeído (etanal) no fermentado do fruto do mandacaru, 154,33mg/L, foi inferior ao valor observado no fermentado de caju (TORRES NETO et al., 2006), o qual apresentou uma concentração de 690mg/L, porém é superior aos valores encontrados no vinho (RIZZON et al., 2003). O acetaldeído ou etanal é um produto resultante da oxidação do etanol (SALTON et al., 2000), e também pode ser formado pela oxidação do mosto em função da aeração excessiva, um cuidado tomado durante a estabilização da bebida (DIAS et al., 2003).

A concentração de acetato de etila na bebida fermentada de mandacaru de 118,93mg/L, é superior aos teores observados em fermentados de caju (TORRES NETO et al., 2006) e uva (RIZZON et al., 2003), no entanto, é inferior ao observado no fermentado de cajá (DIAS et al., 2003). Os teores elevados de acetato de etila proporcionam gosto acético nos vinhos, prejudicial a sua qualidade (RIZZON et al., 1994). O acetato de etila representa aproximadamente 80% dos ésteres voláteis dos vinhos.

O metanol presente no fermentado é um dos constituintes de maior importância, uma vez que a sua produção é indesejável devido a sua toxicidade, e não deve ultrapassar o limite de 500 mg de metanol/L de

álcool anidro (TORRES NETO et al., 2006). Como pode ser observada na Tabela 2, a concentração de metanol foi superior a concentração reportada na literatura para outros fermentados de fruta, tais como caju (TORRES NETO et al., 2006) com 100mg/L, uva (MANFROI et al., 2006) com 75,3 – 140,5mg/L, uva (RIZZON & MIELE, 2003) com 139,0mg/L e fruto da palma forrageira (LOPES et al., 2005) com 14,0 mg/L, mas abaixo do máximo permitido pela legislação vigente.

A concentração máxima de álcoois superiores estabelecida pela legislação brasileira é de 4500 mg/L de álcool anidro (RIZZON & MIELE, 2003). A concentração de álcoois superiores no fermentado de mandacaru foi de 1905,63mg/L, sendo este valor superior aos descritos por RIZZON et al. (2000), MANFROI et al. (2006), DIAS et al., (2003) e RIZZON & MIELE (2003) e inferior ao valor reportado por TORRES NETO et al., 2006) para outros fermentados de frutas. Os álcoois superiores, de acordo com GARRUTI (2006), são formados no decorrer do processo fermentativo a partir de aminoácidos, como por exemplo, a leucina, isoleucina e valina, presentes no mosto ou resultantes da hidrólise das proteínas das células de leveduras.

CONCLUSÕES

A bebida fermentada de mandacaru apresentou uma concentração de etanol 82,11 g/L (10,4%) de acordo com as especificações da legislação brasileira acerca de bebidas. De acordo com as análises físico-químicas e cromatográficas, o fermentado de mandacaru apresentou qualidades comparáveis a outros fermentados de frutas, como caju, laranja e cajá produzidos por outros pesquisadores. A produção do fermentado de mandacaru é uma forma de obter produtos de maior valor agregado, gerar lucro e consequentemente contribuir para o desenvolvimento sustentável da região Nordeste, podendo ainda possibilitar o cultivo de forma intensiva do mandacaru e a utilização do fruto na agroindústria.

AGRADECIMENTOS

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo apoio financeiro.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, M.M.; SILVA, F. L. H.; CONRADO, L. de S.; FREIRE, R. M. M., VALENÇA, A. R. Caracterização físico-química de frutos do mandacaru. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, v.8, n.1, p.35-42, 2006.

ARRUDA, A. R.; CASIMIRO, A. R. S.; GARRUTI, D. S.; ABREU, F. A. P. Processamento de bebida fermentada de banana. **Revista Ciência Agronômica**, v.34, n.2, p.161-167, 2003.

ASQUIERI, E.R. RABÊLO, A. M. da S.; SILVA, A. G. M. Fermentado de jaca: estudo das características físico-químicas e sensoriais. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**. v.28, p.881-887, 2008.

BORTOLINI, F., SANT'ANNA, E.S.; TORRES, R.C., Comportamento das fermentações alcoólica e acética de sucos de kiwi (*Actinidia deliciosa*): composição dos mostos e métodos de fermentação acética. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 21, p. 236-243, 2001.

BRASIL, Decreto nº2314, 4 set. 1997, Diário Oficial da União, Brasília, 05 de set., 1997.

BRASIL. Ministério da Saúde. Métodos Físico-químicos para análise de alimentos. Brasília: Ministério da Saúde, 2005. 1018p. (Série A. Normas e Manuais Técnicos). IV edição.

CORAZZA, M. L.; RODRIGUES, D. G.; NOZAKI, J. Preparação e caracterização do vinho de laranja. **Química Nova**, v. 24, n. 4, p. 449-452, 2001.

DATO, M.C.F., PIZAURO JÚNIOR, J.M., MUTTON, M.J.R. Analysis of the secondary compounds produced by *Saccharomyces cerevisiae* and wild yeast strains during the production of "Cachaça". **Brazilian Journal of Microbiology**, v.36, n.1, janeiro-março/2005, p.70-74.

DIAS, D. R.; SCHWAN, R. F.; LIMA, L. C. O. Metodologia para elaboração de fermentado de cajá (*Spondias mombin* L.). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 23, n. 3, p. 342-350, 2003.

Embrapa uva e vinho, Avaliação Nacional de Vinhos-Safra: Características Sensoriais e Físico-Químicas dos Vinhos, 2000.

FLORENTINO, E. R. **Aproveitamento do soro de queijo de coagulação enzimática**. 138p. Tese (Doutorado) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Departamento de Engenharia Química, Natal. 2006.

GARRUTI, D.S. **Compostos voláteis e qualidade de aroma do vinho de caju**. 2001. 218f. Tese (Doutorado) - Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia de Alimentos, Campinas.

LOPES, R.V.V.; ROCHA, A.S.; SILVA, F.L.H.; GOUVEIA, J.P.G. Aplicação do planejamento fatorial para otimização do estudo da produção de fermentado do fruto da palma forrageira. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**. Campina Grande, v.7, n.1, p.25-32, 2005.

MANFROI, L.; MIELE, A.; RIZZON, L.A.; BARRADAS, C. I. N. Composição físico-química do vinho carbenet franc de videiras conduzidas no sistema lira aberta. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**. v.26, n.2. p.290-296, 2006.

MILLER, G. Use of dinitrosalicilic acid reagent for determination of reducing sugars. *Analytical Chemistry*. v.31, p. 426-428. 1959.

RIZZON, L. A.; ZANUZ, M. C.; MANFREDINI, S.; Como elaborar vinho de qualidade na pequena propriedade. Bento Gonçalves: Embrapa, 1994.

RIZZON, L. A.; MIELE, A.; MENEGUZZO, J. Avaliação da uva cv. Isabel para a elaboração de vinho tinto. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 20, n. 1, p. 115-121, 2000.

RIZZON, L. A.; MIELE, A. Avaliação da cv. merlot para elaboração de vinho tinto. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.23, suplemento, p.156-161, 2003.

ROCHA, E. A.; AGRA, M. F.; *Acta Botânica Brasileira*. 2002, 16, 15.

SILVA, F.L.H. **Modelagem, simulação e controle de fermentação alcoólica contínua extrativa**. 1998. 162f. Tese (Doutorado) – Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia de Alimentos, Campinas.

SILVA, P. H. A. Avaliação da composição química de fermentados alcoólicos de jabuticaba (*Myrciaria jabuticaba*). **Química Nova**. v.31, p.595-600, 2008.

SALTON, M. A.; DAUDT, C. E.; RIZZON, L. A. Influência do dióxido de enxofre e cultivares de videira na formação de alguns compostos voláteis e na qualidade sensorial do destilado de vinho. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 20, n. 3, p. 302-308, 2000.

TORRES NETO, A. B.; SILVA, M. E.; SILVA, W. B.; SWARNAKAR, R.; SILVA, F. L. H. Cinética e caracterização físico-química do fermentado do pseudofruto do caju (*Anacardium occidentale* L.). **Química Nova**. v. 29, n. 3, 489-492, 2006.

Recebido 05 01 2011

Aceito 30 06 2011