

PRODUÇÃO DE FERMENTADO ALCOÓLICO DO FRUTO DE MANDACARU SEM ESPINHOS (*Cereus jamacaru*)

Arali da Silva Oliveira¹, Dyego da Costa Santos², Emanuel Neto Alves de Oliveira², Flávio Luiz Honorato da Silva³, Eliane Rolim Florentino⁴

RESUMO

A aplicação de processos biotecnológicos na produção de fermentado do fruto de mandacaru (*Cereus jamacaru* P. DC.) é uma forma alternativa de minimizar perdas durante a safra e tem como finalidade principal reduzir o desperdício do fruto. O objetivo do estudo foi obter bebida fermentada a partir do fruto do mandacaru sem espinhos (*Cereus jamacaru*), tornando-se assim uma alternativa capaz de valorizar a espécie, através da geração de lucro por parte de pequenos produtores. O fermentado de mandacaru foi produzido em reator batelada com utilização de levedura comercial (*Saccharomyces cerevisiae*). Todas as etapas de produção do fermentados foram executadas de acordo com as normas higiênico-sanitárias indicadas pelas Boas Práticas de Fabricação (BPF). Os parâmetros cinéticos obtidos foram: Yp/s, rendimento e produtividade de 0,413, 80,79% e 1,9 g/L.h, respectivamente. As análises de açúcares, acidez total, °GL (%v/v) e pH do fermentado mostraram que seus valores estão de acordo com a legislação brasileira acerca de fermentado de frutas.

Palavras-chave: *Cereus jamacaru*, fermentação alcoólica, levedura

PRODUCTION OF ALCOHOLIC FERMENTATION FROM THE MANDACARU FRUIT WITHOUT THORNS (*Cereus jamacaru*)

ABSTRACT

The use of biotechnology processes in the production of a fermented beverage from mandacaru (*Cereus jamacaru* P. DC.) is an alternative towards loss minimization during harvest as an attempt to reduce fruit wastage. The study main purpose was to obtain a fermented drink from the mandacaru (*Cereus jamacaru*) as an alternative capable of enhancing the species by generating income for small producers. Fermented mandacaru was produced in a batch reactor using commercial yeast (*Saccharomyces cerevisiae*). All stages of production were performed in accordance with sanitary-hygienic standards set by the Good Manufacturing Practices (GMP). The following kinetic parameters were obtained: Yp/s, efficiency and productivity of 0.413, 80.79% and 1.9 g/Lh, respectively. The analysis of sugars, total acidity, °GL (% v/v) and pH showed that these values are in accordance with the Brazilian legal regulations on fermented fruit.

Keywords: *Cereus jamacaru*, alcoholic fermentation, yeast

Protocolo 12-2010-21 de 20/12/2010

¹ Graduada em Química Industrial e Licenciada em Química. Pós-Graduada em Engenharia Agrícola pela Universidade Federal de Campina Grande. E-mail: aralisilva@hotmail.com

² Graduado em Tecnologia de Alimentos. Pós-Graduando em Engenharia Agrícola pela Universidade Federal de Campina Grande. E-mail: dyego.csantos@gmail.com; emanuelnetoliveira@ig.com.br

³ Doutor em Engenharia de Alimentos. Docente da Universidade Federal de Campina Grande. E-mail: flhs@deq.ufpb.br

⁴ Doutora em Engenharia Química. Docente da Universidade Estadual da Paraíba. E-mail: elianerf@yahoo.com.br

INTRODUÇÃO

Ao lado de outras espécies de cactáceas, o mandacaru sem espinhos, cientificamente denominado *Cereus jamacaru* P. DC é uma formação vegetal da caatinga, a qual cresce em diversos solos, piçarrentos e pedregosos, pouco profundos. Estende-se aos estados do Piauí, Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco, Alagoas, Sergipe, Bahia e norte de Minas Gerais.

O mandacaru é um cacto colunar abundantemente ramificado e com flores brancas. Os frutos são grandes, avermelhados com polpa branca provida de muitas sementes insípidas, porém, comestíveis (Gomes, 1973). De acordo com Rocha & Agra (2002), o tamanho do fruto do mandacaru sem espinhos varia de 10-13 x 5-9 cm e apresenta sementes pretas variando de 1,5 – 2,5 mm de comprimento.

Há poucos relatos de aproveitamento desses frutos, ocorrendo, assim, grande desperdício deles em sua safra (fevereiro a setembro). Araújo & Silva (1995) comentam que os índices de perdas pós-colheita são preocupantes e refletem, negativamente, na economia de algumas regiões do Brasil, e ainda, acrescentam que cerca de 50% da produção de frutos tropicais não são aproveitados. Portanto, a aplicação de processos biotecnológicos na produção de fermentado do fruto de mandacaru (*Cereus jamacaru* P. DC.) é uma forma alternativa de minimizar essas perdas e tem como finalidade principal reduzir o desperdício do fruto, através de um aproveitamento racional, uma vez que não se encontram na literatura estudos com este propósito.

Estudos realizados por Almeida et al. (2005) verificaram que esta fruta apresenta grande potencial de aproveitamento industrial, por apresentar teores relativamente elevados de sólidos solúveis totais (SST) e açúcares redutores (AR), constituintes importantes em processos biotecnológicos (p.ex. fermentação alcoólica).

O mandacaru, entre outras cactáceas nativas da caatinga tem sido utilizado nos períodos de seca prolongada, como um dos principais suportes forrageiros dos ruminantes (Silva et al., 2005).

Segundo a Legislação vigente fermentado de fruta é a bebida com graduação alcoólica de quatro a quatorze por cento em volume, a vinte graus Celsius, obtida da fermentação alcoólica do mosto de fruta sã,

fresca e madura. Fermentados, que não são provenientes da uva, devem, obrigatoriamente, ser rotulados com a denominação fermentado acompanhado do nome da fruta da qual se originou, como exemplos: fermentado de abacaxi, fermentado de laranja, fermentado de caju, fermentado do figo-da-índia, entre outros, com sabores característicos de cada fruta (Brasil, 2008).

A obtenção do fermentado de fruta se dá pela fermentação alcoólica, por difusão (Corazza et al., 2001), que é o tipo de fermentação em que se obtêm essencialmente etanol, mas que compreende um grupo de reações onde são produzidos também outros álcoois, como o metanol, propanol, butanol, por exemplo.

Segundo Aquarone et al. (1990) a temperatura de fermentação é extremamente importante, pois permite obter alto rendimento em álcool, não somente para que a fermentação seja completa mais também por minimizar a perda por evaporação. Ela afeta a velocidade da fermentação e a natureza e a quantidade de compostos secundários.

Visando aproveitamento dos recursos naturais da região Semi-Árida do Nordeste, objetivou-se obter o fermentado do fruto do mandacaru sem espinhos (*Cereus jamacaru*), tornando-se assim uma alternativa capaz de valorizar a espécie, através da geração de lucro por parte de pequenos produtores.

MATERIAL E MÉTODOS

Matéria prima

Os frutos do mandacaru sem espinhos (*Cereus jamacaru* P.DC) utilizados neste trabalho foram provenientes de plantações localizadas nos municípios de Lagoa Seca e Queimadas, na Paraíba.

Recepção e Seleção

Os frutos recepcionados foram selecionados, visando descartar os defeituosos, machucados, verdes e muito maduros. A seleção é uma etapa primordial para atestar a qualidade do produto, do contrário, o processo fermentativo seria indesejável e de baixa qualidade.

Lavagens

Efetuar-se lavagens com solução de

hipoclorito de sódio (2,5% (p/p)) objetivando eliminar microrganismos patogênicos, deteriorantes e sujeiras mais grosseiras ligadas ao fruto. Esse processo se deu através da imersão do fruto nesta solução por 15 minutos, a seguir, nova lavagem em água corrente foi realizada para retirar o resíduo de cloro proveniente da lavagem anterior e possíveis sujeiras finas.

Pesagem

As pesagens realizaram-se em uma balança analítica com precisão 0,0001g, com o intuito de investigar o rendimento da produção. Pesou-se o fruto in natura e posteriormente a polpa, as sementes, a casca.

Extração e Filtração do Suco do Fruto

A polpa do fruto foi retirada, com o auxílio de uma colher de aço inoxidável, e triturada em um liquidificador doméstico, resultando em uma massa pastosa. Efetuou-se filtração da massa pastosa em tecido de algodão para separação do bagaço e do suco. O suco obtido foi armazenado em sacos plásticos, etiquetados e acondicionados em freezer (+ - 18C) a fim de prolongar a vida útil e evitar perdas.

Clarificação e Filtração

A clarificação consiste em excluir a pectina que é um polissacarídeo, cujos maiores teores encontram-se em frutos de origem tropical, em especial naqueles mais claros. Nessa etapa utilizou-se uma solução de gelatina a 10% (comercial, incolor e inodora) numa proporção de 3 mL/litro de suco. Posteriormente, o mosto homogeneizado foi colocado por 24 horas na geladeira para que a floculação da gelatina com a pectina ocorresse através do aumento da superfície de contato e, em seguida, efetuaram-se filtrações a fim de separar a pectina do suco clarificado, assumindo por sua vez a aparência mais clara.

Preparação do Mosto: Sulfitação e Adição de Nutrientes

O metabissulfito de potássio ($K_2S_2O_5$) foi previamente dissolvido em uma pequena quantidade do suco, agitando-se e adicionando-fundo côncavo e rolha de cortiça, vedadas com fita adesiva.

se ao mosto numa concentração de 3 gramas para cada litro de suco clarificado.

A adição de nutrientes realizou-se sob a forma de fosfato de potássio (KH_2PO_4) e sulfato de amônio [$(NH_4)_2SO_4$] nas concentrações de 0,6 e 0,2 gramas para cada litro de suco, respectivamente, constituindo-se de fontes de fósforo e nitrogênio, que suplementam as necessidades dos microorganismos.

Inoculação do Microrganismo

A inoculação do microrganismo deu-se através da levedura *Saccharomyces cerevisiae* (fermento biológico) utilizado na panificação e comercialmente mais acessível. 30 gramas da levedura *S. cerevisiae* foi diluída em 1L de água e acrescentada ao mosto para que pudesse fermentar o açúcar, sintetizando então o etanol.

Fermentação Alcoólica

A fermentação ocorreu em um reator batelada de polietileno, provido de agitação magnética (Quimis), com capacidade de 10 litros e volume útil de 3,0 litros. Durante a fermentação foram realizadas, a cada 2 horas, análises referentes ao processo, cujo termino se deu quando os sólidos solúveis atingiram 3,0 °Brix, que corresponde em sacarose a 31,835 g/L, e os açúcares redutores totais apresentaram valor de 0,056% , obtendo-se um fermentado suave.

Decantação e Trásfegas

Terminada a fermentação alcoólica, observou-se que o produto fermentado sofria um processo de clarificação gradativo. O fermentado passou 24 horas na geladeira com a finalidade de facilitar a sedimentação dos microrganismos que formaram uma espécie de borra na porção inferior do reator. Isto permitiu que se realizasse a primeira trásfega, deixando espaço suficiente para a aeração do fermentado, ou seja, o desprendimento de gases, processo que se repetiu mais duas vezes. As trásfegas tiveram um intervalo de 7 dias.

Engarrafamento

O engarrafamento foi realizado em garrafas, de coloração verde escuro, com o

Pasteurização

A pasteurização objetiva eliminar os microrganismos indesejáveis. O vinho foi aquecido à uma temperatura de 65°C durante 30 minutos. O equipamento utilizado foi um tanque de aço inoxidável provido de uma serpentina de aquecimento elétrico (banho-maria). Em seguida, realizou-se o resfriamento das garrafas em água corrente.

Armazenamento

As garrafas foram deitadas em prateleiras de madeira para evitar o ressecamento das rolhas, e ao abrigo da luz.

Análises Realizadas no Transcorrer da Fermentação

No transcorrer da fermentação alcoólica do fruto do mandacaru sem espinhos, foram realizadas análises a cada 2 horas, durante 21,5 horas, para determinação das concentrações de açúcares, biomassa, ácidos totais, etanol e pH, definidos pelas metodologias a seguir:

Concentração de Açúcares Redutores Totais

A concentração de açúcares redutores totais foi determinada pelo Método do DNS.

Concentração de Biomassa

Para determinação de biomassa foram utilizados dois métodos analíticos: 1) Para determinação da massa celular produzida na fermentação foi utilizado o método direto, que consiste na secagem do material produzido a uma temperatura de 80 °C até atingir peso constante. 2) A determinação da concentração celular foi realizada pela filtração, em bomba a vácuo, de 20 mL da amostra através de membrana Millipore (diâmetro do poro = 0,45µm) previamente seca em estufa, a 105 °C até peso constante. O uso das duas metodologias deve-se a viscosidade do suco que não propiciava a separação das células.

Determinação da Concentração de Ácidos Totais

A técnica utilizada foi a titulometria volumétrica de neutralização com a solução de NaOH 0,1N.

Determinação do pH

Utilizou-se a técnica potenciometrica através do pHmetro digital.

Determinação da Concentração de Etanol

A determinação da concentração de etanol foi realizada através de Ebuliômetro, equipamento que determina a porcentagem alcoólica (°GL - Graus Gay Lussac).

Cálculo do rendimento, produtividade e dos parâmetros cinéticos da fermentação alcoólica

O rendimento (%) e a produtividade (g/L.h) para a produção de bebida fermentada do fruto do mandacaru, foram calculados pelas Equações 1 e 2.

$$\text{Rendimento (\%)} = \frac{Q_{\text{EXP}}}{Q_{\text{TO}}} \times 100 (\%) \quad (\text{Eq. 1})$$

$$\text{Produtividade (g/L.h)} = \frac{Q_{\text{EXP}}}{t} \times 100 (\%) \quad (\text{Eq. 2})$$

em que:

Q_{EXP} = Concentração de etanol experimental = 0,7895(g/mL)×(°GL/100)×1000(mL/L);

Q_{TEO} =Concentração de etanol teórico = Quantidade de açúcares consumidos×0,511;

t = Tempo de fermentação (h);

No calculo do parâmetro cinético Y_p/s foi utilização a Equação 3:

$$Y_p/s = \frac{P - P_0}{S_0 - S}$$

em que:

S = concentração final de substrato (g/L);

S_0 = concentração inicial de substrato (g/L);

P = concentração final de produto (g/L);

P_0 = concentração inicial de produto (g/L);

Y_p/s (rendimento em produto) = quantidade de produto formado em relação à quantidade de substrato limitante consumido.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O fermentado obtido classifica-se como suave, com uma graduação alcoólica de 5,2 °GL, valor quantitativo considerável, uma vez que não foi chaptalizado e o consumo de açúcares pelo microrganismo (*Saccharomyces cerevisiae*) restringiu-se apenas ao existente no fruto. A temperatura não foi controlada com

afinco durante a fermentação, obtendo-se valores entre 23 °C a 35 °C.

Verifica-se na Tabela 1 os resultados referentes às concentrações de açúcares, biomassa, ácidos totais, etanol e pH obtidos durante a fermentação alcoólica do mandacaru sem espinhos. As amostras foram coletadas a cada 2 horas durante 21,5 horas de fermentação. O processo de fermentação foi encerrado quando a concentração de sólidos totais atingiu 3,0 °Brix correspondendo a 31,83 g/L de sacarose.

Com base nos dados expressos na Tabela 1 construiu-se a Figura 1, referentes às variações das concentrações de açúcares (substrato), etanol e biomassa.

De acordo com a curva de crescimento da *Saccharomyces cerevisiae* (Biomassa) pode-se observar que a fase de adaptação das células, na síntese das enzimas responsáveis pela quebra das moléculas de sacarose em frutose e glicose, foi razoavelmente curta, certamente devido à adaptação do microrganismo. A fase seguinte foi marcada pelo elevado aumento do número

de microrganismo, seguida pela sua gradativa redução.

Analisando-se a concentração dos açúcares redutores, nota-se que após as primeiras 2 horas de cultivo (referente ao segundo ponto de análise na Figura 1), verificou-se um consumo gradativo ao longo do processo, com produção de 41,05 g/L de etanol, valor este que se manteve constante até o final da fermentação. O teor de açúcares, constituído em sua maioria por açúcares redutores totais, decresceu em função do consumo dos açúcares pelos microrganismos.

Verifica-se na Figura 1 que após 5 horas de fermentação a velocidade de síntese do etanol diminui. Tal fato era esperado, uma vez que o produto (etanol) passa a inibir o desenvolvimento microbiano. O processo foi encerrado às 21,5 horas quando o fermentado atingiu 3 °Brix, obtendo-se um produto suave. Com base na concentração final de glicose, foram obtidos os valores referentes aos parâmetros cinéticos $Y_{p/s}$, rendimento e produtividade.

Tabela 1. Resultados das análises realizadas durante a fermentação do fruto de mandacaru sem espinhos (*Cereus jamacaru*)

| Tempo (h) | S (g/L) | Etanol (g/L) | X (g/L) | pH | Acidez total (%) | SST (°Brix) | ART (%) | T (°C) |
|-----------|---------|--------------|---------|------|------------------|-------------|---------|--------|
| 0 | 105,17 | 0 | 3,00 | 4,36 | 0,3048 | 10,25 | 10,00 | 23,00 |
| 2 | 101,63 | 3,94 | 3,00 | 4,20 | 0,3810 | 9,25 | 9,89 | 28,00 |
| 4 | 82,48 | 12,23 | 8,33 | 3,96 | 0,4763 | 8,00 | 1,68 | 32,00 |
| 6 | 54,62 | 30,63 | 9,39 | 3,70 | 0,4572 | 5,25 | 0,19 | 35,00 |
| 8 | 34,36 | 41,05 | 10,95 | 3,71 | 0,4572 | 3,25 | 0,04 | 35,00 |
| 10 | 34,36 | 41,05 | 10,57 | 3,81 | 0,4572 | 3,25 | 0,05 | 31,00 |
| 12 | 31,8/3 | 41,05 | 10,46 | 3,80 | 0,3810 | 3,00 | 0,03 | 30,00 |
| 21,5 | 31,83 | 41,05 | 9,76 | 3,79 | 0,4763 | 3,00 | 0,05 | 28,80 |

S: Sacarose, X: Levedura, SST: Sólidos Solúveis Totais, ART: Açúcares Redutores Totais e T: Temperatura

A Figura 2 expressa a variação dos ácidos totais (g/100mL de ácido acético) e do pH. Observa-se que houve síntese de ácidos durante o processo. Segundo Aquarone et al. (1990) é comum a formação de ácidos durante a fermentação, como ácido succínico, láctico e acético. Após 6 horas de fermentação a velocidade de formação dos ácidos totais foi reduzida, pois houve diminuição da velocidade de fermentação, ocasionado pela inibição da levedura. Pode-se constatar que o pH decresceu

de 4,36 para 3,81 nas primeiras 10 horas, tornando-se praticamente constante até o final da fermentação. Comportamentos semelhantes na acidez e pH, durante o processo fermentativo, também, foram verificadas por Bortolini et al. (2001), Andrade et al. (2003) e Torres Neto et al. (2006). É importante ressaltar que a variação na acidez durante a fermentação tem grande influência na estabilidade e coloração das bebidas fermentadas (Rizzon et al., 1994).

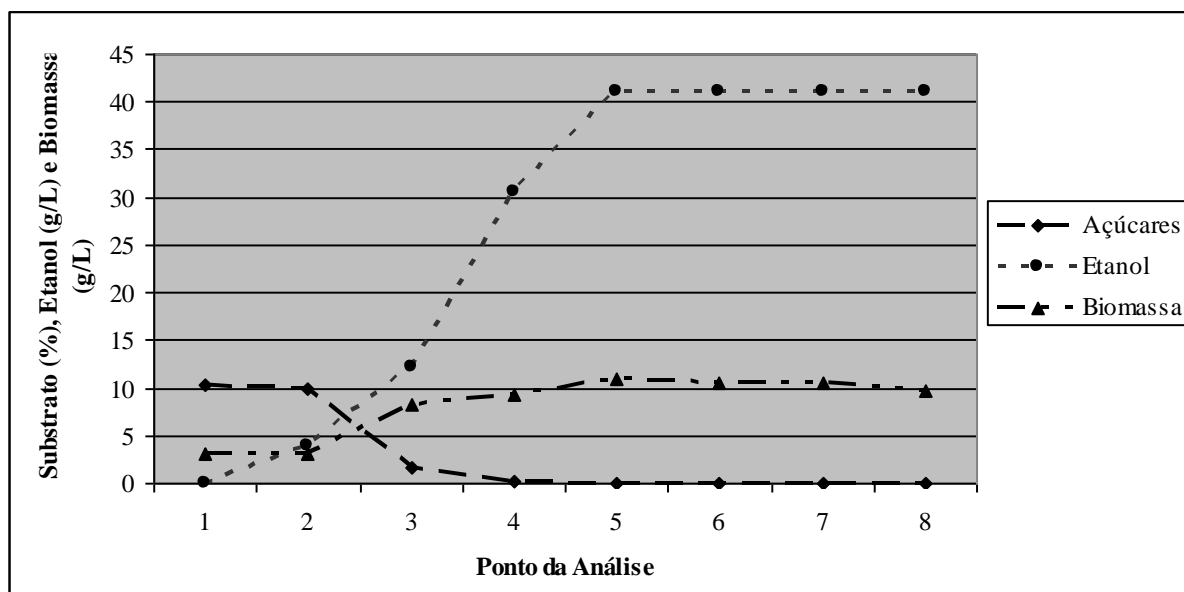


Figura 1. Crescimento, consumo e produção de etanol pela levedura *Saccharomyces cerevisiae*

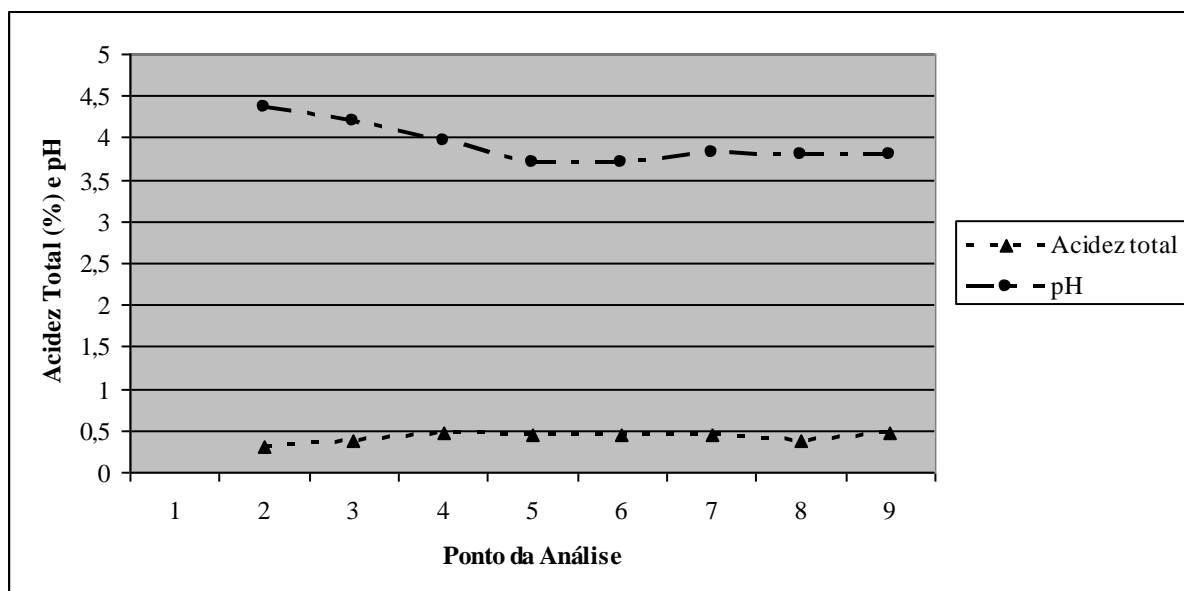


Figura 2. Variação da Acidez total e pH durante a fermentação alcoólica do fruto de mandacaru pela levedura *Saccharomyces cerevisiae*

Quanto aos parâmetros cinéticos da concentração do produto em relação ao substrato, rendimento e a produtividade, o fermentado do mandacaru sem espinhos apresentou dados satisfatórios: $Y_{p/s} = 0,413$; $R = 80,79\%$ e $P = 1,9$ g/L.h.

Observa-se um aumento da concentração microbiana em cultivo descontínuo, em decorrência, também há um crescimento do microrganismo que converte o substrato em produto. Embora o objetivo da fermentação não seja o crescimento microbiano, no transcorrer do processo a velocidade de consumo do substrato diminui gradativamente. Tal fato

ocorre em virtude dos nutrientes presentes no mosto. A conversão efetuada pelo microrganismo foi bastante considerável já que não houve correção do mosto, desta forma o coeficiente de conversão do produto ($Y_{p/s} = 0,413$). Araújo (2004) estudando o enriquecimento protéico do mandacaru sem espinhos (*Cereus jamararu P.DC.*) e da palma forrageira (*Opuntia Ficus-índica Mill*) em meio semi-sólido por processo biotecnológico, obteve $Y_{p/s} = 0,44$.

O rendimento e a produtividade alcançaram valores acima do esperado, uma vez que houve boa produção de etanol em tempo

rápido. Isto é justificado pelo consumo gradativo dos açúcares redutores pela *Saccharomyces cerevisiae*, evidenciando sua eficiência.

A estabilidade da fermentação permitiu a obtenção de resultados satisfatórios e de acordo limites estipulados pela legislação vigente (Brasil, 2008).

CONCLUSÃO

A produção do fermentado do fruto do mandacaru sem espinhos mostrou-se uma alternativa de aproveitamento do fruto, evitando desperdícios em épocas de safra.

A levedura comercial (*Saccharomyces cerevisiae*) utilizada como inóculo foi eficiente na conversão da sacarose em etanol.

O fermentado produzido apresentou uma concentração de etanol de acordo com a faixa determinada pela legislação brasileira vigente.

O processo de fermentação alcoólica operou numa ótima faixa de pH.

Os resultados de rendimento e produtividade mostraram que a levedura comercial utilizada apresentou bom desempenho no processo de fermentação alcóolica.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Almeida, M. M.; Oliveira, A. S.; Amorim, B. C.; Freire, R. M. M.; Oliveira, L. S. C.; Silva, F. L. H. Características físicas e físico-químicas do fruto do mandacaru (*Cereus jamacaru* P. DC.). In: I Simpósio Brasileiro de Pós-Colheita de Frutos Tropicais, 2005, João Pessoa. **Anais...** João Pessoa: Hotel Ouro Branco, 2005. p.1-6. Ou (Cd Rom).
- Andrade, J. S.; Pantoja, L.; Maeda, R. N. Melhoria do rendimento e do processo de obtenção da bebida alcóolica de pupunha (*Bactris gasipaes* Kunth). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**. Campinas, v.23(supl), p. 34-38, dezembro. 2003.
- Araújo, L. F. **Enriquecimento Protéico do Mandacaru sem Espinhos (*Cereus jamacaru* P.DC.) e da Palma Forrageira (*Opuntia Ficus-índica* Mill) em Meio Semi-Sólido por Processo Biotecnológico**. 2004. 175 p. Tese (Doutorado em Engenharia de Processos). Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande.
- Araújo, J. P. P. de; Silva, V. V. **Cajucultura: modernas técnicas de produção**. Fortaleza: EMBRAPA-CNPAT, 1995. p.23-41.
- Aquarone, E.; Lima, U. A.; Borzani, W. **Alimentos e Bebidas Produzidos por Fermentação**. São Paulo: Edgard Blücher, v.5.1990. p.14-43.
- Bortolini, F.; Sant'Anna, E. S.; Torres, R. C. Comportamento das Fermentações Alcoólicas e Acética de Sucos de Kiwi (*Actinidia deliciosa*); Composição dos Mostos e Métodos de Fermentação Acética. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**. Campinas, v.21, n.2, p. 236-243, maio-agosto. 2001.
- Brasil. Portaria nº 64, de 23 de abril de 2008. Regulamento Técnico para a Fixação dos Padrões de Identidade e Qualidade para a polpa de fruta. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Poder Executivo, Brasília, DF, 24 abr. Seção 1.
- Corazza, M. L.; Rodrigues, D. G.; Nozaki, J. Preparação e caracterização do vinho de laranja. **Química Nova**, São Paulo, v.24, n.4, p.449-452, 2001.
- Gomes, P. **Forragens fartas na seca**. São Paulo: Nobel, 1973.
- Rizzon, L. A.; Zanus, M. C.; Manfredini, S. **Como elaborar vinho de qualidade na pequena propriedade**, 3ªed., Bento Gonçalves: EMBRAPA-CNPUV, 1994. 36p.
- Rocha, E. A.; Agra, M. F. Flora do pico do jabre, Brasil: Cactaceae juss. **Acta Botânica Brasileira**, nº16, p.15-21, 2002.
- Silva, J. G. M.; Silva, D. S.; Ferreira, M. A.; Lima, G. F. C.; Melo, A. A. S.; Diniz, M. C. N. M. Xiquexique (*Pilosocereus gounellei* (A. Weber ex K. Schum.) Bly. Ex Rowl.) em substituição à silagem de sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench) na alimentação de vacas leiteiras. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa-MG. V.34, n.4, p.1408-1417, 2005.
- 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 (*Anarcadium occidentale* L.). **Química Nova**. v.29, n.3, 489-492, 2006.

**Revista Brasileira de
Produtos Agroindustriais
Brazilian Journal of
Agro-industrial Products**