

ANÁLISE DO PROCESSO FERMENTATIVO DE UVA DA VARIEDADE ISABEL POR *Saccharomyces cerevisiae* JP1 PARA PRODUÇÃO DE VINHO

Fagner José da Costa Oliveira ¹, Luana Camilla Cordeiro Braz ², José Renato Guimarães ³, Rosilândia Silva de Almeida ¹, Ozires Talysson Batista de Lima Pequeno ¹, Izabela Cristina Pereira Campos ¹, Jean César Farias de Queiroz ^{4*}

¹ Discentes do curso de Engenharia de Biotecnologia e Bioprocessos da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG).

² Bolsista PIBIC/CNPq/UFCG, Discente do curso de Engenharia de Biotecnologia e Bioprocessos da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG).

³ Iniciação científica PIVIC/UFCG, Discente do curso de Engenharia de Biotecnologia e Bioprocessos da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG).

⁴ Professor Doutor. Centro de Desenvolvimento Sustentável do Semiárido, Universidade Federal de Campina Grande.

*Correspondência: Centro de Desenvolvimento Sustentável do Semiárido da Universidade Federal de Campina Grande (CDSA - UFCG), Rua Luiz Grande, CEP 58540-000, Sumé, Paraíba, Brasil. E-mail: queiroz@ufcg.edu.br.

RESUMO

O mercado de vinhos no Brasil corresponde aos vinhos comuns produzidos a partir de uvas de mesa. Os estudos acerca de processos fermentativos para produção vinícola geralmente não têm analisado modos de operação em descontínuo e descontínuo alimentado. O objetivo do presente trabalho foi analisar a produção de vinho derivado de uva da variedade Isabel, fermentado pela cepa JP1, da levedura *Saccharomyces cerevisiae*, acompanhando os parâmetros cinéticos que influenciam sua produção (pH, teor de açúcares totais e crescimento celular). O mosto foi obtido pela maceração e fervura das uvas seguido de filtração parcial. A fermentação foi conduzida em Biorreator de bancada com o mosto de suco de uva sem a casca previamente esterilizado operando de modo descontínuo e descontínuo alimentado. A temperatura e a agitação foram mantidas a 30 °C e 300 rpm, respectivamente. O teor alcoólico do vinho foi quantificado ao fim do processo por meio da destilação do mesmo. Notou-se que a produção de etanol foi maior na fermentação ocorrida em processo descontínuo alimentado na qual foi atingido 6,0% v/v de álcool, enquanto que na fermentação descontínua foram obtidos 5,4% v/v. Foi possível concluir que a levedura *S. cerevisiae* JP1 é hábil para a produção de vinho a partir da uva Isabel. Ainda serão necessários mais ensaios para otimização e padronização da metodologia.

Descritores: Cinética de crescimento, Biorreator, Fermentação descontínua, Fermentação descontínua alimentada.

OPTIMIZATION OF THE FERMENTATION PROCESS OF GRAPE KIND ISABEL BY *Saccharomyces cerevisiae* JP1 FOR WINE PRODUCTION

ABSTRACT

The wine market in Brazil corresponds to ordinary wines made from table grapes. Studies on the fermentation conditions for wine production have generally not examined modes of operation in batch and fed batch. The objective of this study was to analyze the production of wine derived from the grape kind Isabel, fermented by the strain JP1 of the yeast *Saccharomyces cerevisiae*, following the kinetic parameters influencing its production (pH, total sugar content and cell growth). The medium was obtained by maceration and boiling of the grapes followed by a partial filtration. The fermentation was conducted in bioreactor with the sterilized medium of grape juice without the rind operating in batch and fed batch. The temperature and stirring were maintained at 30 °C and 300 rpm, respectively. The alcohol content of wine was quantified at the end of the process through the distillation of it. It was observed that ethanol production was higher in the fed batch fermentation in which it was achieved in 6.0% v / v alcohol, while in the batch fermentation were obtained in 5.4% v / v alcohol. It was concluded that the yeast *S. cerevisiae* JP1 is apt to

produce wine from grapes kind Isabel. Further testing for optimization and standardization of the methodology will be needed.

Keywords: Growth kinetics, Bioreactor, Batch, Fed Batch.

INTRODUÇÃO

O processo da criação de vinhos é uma atividade milenar que tem sido aprimorada ao longo dos anos. De acordo com alguns estudiosos do vinho, acredita-se que a bebida surgiu ao acaso, por algumas uvas amassadas e esquecidas num recipiente que sofreram os efeitos da fermentação (1).

Estudos realizados por diversos pesquisadores, no mundo inteiro comprovam a relação do consumo moderado de vinho e os benefícios à saúde do organismo humano, especificamente no que diz respeito às doenças cardiovasculares, à quimioprevenção de vários tipos de câncer e mesmo a doenças hepáticas e senilidades (2,3).

A partir da introdução do cultivo da videira no Brasil, ocorrida em 1535, muitas regiões brasileiras em diferentes estados chegaram a experimentar e a desenvolver o cultivo da uva e a produção de vinhos. Contudo, a vitivinicultura somente ganhou impulso e tornou-se atividade de importância socioeconômica a partir do final do século XIX, com a chegada dos imigrantes italianos, sobretudo no estado do Rio Grande do Sul. Atualmente o Brasil é o 16º produtor mundial de vinho (4).

Desde então o vinho tornou-se um produto altamente consumido e de qualidade controlada. A qualidade na elaboração de um vinho depende de diversos fatores como o local de cultivo da videira, as características do solo, as condições climáticas da safra, o cultivar, o modo de cultivo, além da forma de condução do processo fermentativo (5).

No nordeste, o Vale do São Francisco vem tornando-se um dos importantes produtores vitivinícolas do país. Responsável por 99% da uva de mesa exportada pelo Brasil e pela produção de 7 milhões de litros de vinho por ano. A vinicultura pernambucana/baiana já detém 15% do mercado nacional e o Vale do São Francisco é única região do mundo que produz duas safras e meia por ano (6).

Os vinhos são classificados em vários tipos, de acordo com o seu teor de alcoólico. Os vinhos fortificados são frequentemente doces. Eles geralmente têm o processo de fermentação interrompido pela adição de aguardente. O grau alcoólico final dos vinhos fortificados varia entre 19-22% v/v (7). Os mais famosos vinhos fortificados são o do Porto (Portugal), da Madeira (Portugal), Xerez (Espanha) e Marsala (Sicília). Nos Estados Unidos os vinhos de mesa são classificados como aqueles cujos grau alcoólico que não seja maior que 14%. Na Europa, o vinho do tipo *light* deve ter grau alcoólico

entre 8,5% e 14% v/v. Os vinhos de mesa geralmente são classificados como branco, tinto ou rosé, dependendo da sua cor. A classificação dos vinhos em doce ou seco dá-se devido à quantidade adicional de xarope de açúcar, que nos vinhos classificados como seco há 5% (8).

As leveduras formam uma das mais importantes subclasses dos fungos. Uma das leveduras mais usadas na fermentação de bebidas é a *Saccharomyces cerevisiae*, utilizada também como base para a indústria de panificação. No presente trabalho foi utilizada a cepa JP1 da levedura *Saccharomyces cerevisiae* para a produção do vinho considerando que ainda não houve sua utilização na viticultura. Isolada na Destilaria Japungú, na Paraíba, a *S. cerevisiae* JP1 é mais adaptada às condições ambientais locais do que a cepa PE-2 que é comumente utilizada em outras partes do país. A cepa JP1 apresenta maior tolerância a pH ácido, temperaturas elevadas e elevada concentração de etanol e é também capaz de uma excelente conversão de açúcar em etanol (9).

Este trabalho teve o intuito também de demonstrar qual o melhor modo de operação para obtenção do vinho, analisando a fermentação descontínua e descontínua alimentada. A fermentação descontínua é um processo fermentativo que é caracterizado pela inoculação e incubação de microrganismos de modo que forneça condições ótimas para a fermentação. Nesse processo nada é adicionado ou removido do biorreator durante a fermentação. Atualmente, esse modo de operação é usado para obtenção de produtos fermentados, tais como cerveja, vinho, iogurte e pickles (10).

Por outro lado, o processo em descontínuo alimentado é definido como uma técnica em processos microbianos, onde um ou mais nutrientes são adicionados ao fermentador durante o cultivo e em que os produtos permanecem até o final da fermentação. Em alguns casos, todos os nutrientes são gradualmente alimentados à dorna (11).

O objetivo do presente trabalho foi analisar o potencial da levedura *Saccharomyces cerevisiae* JP1 para a produção de vinho derivado de uva da variedade Isabel, acompanhando os parâmetros cinéticos que influenciam a produção (pH, teor de açúcares totais e crescimento celular). A análise dos parâmetros estudados permitiu verificar a influência tanto da *Saccharomyces cerevisiae* JP1 e da forma de condução do processo fermentativo, quanto a interação entre essas duas variáveis na produção de vinho.

METODOLOGIA

Os experimentos foram realizados no Laboratório de Biologia do Centro de Desenvolvimento Sustentável do Semiárido da Universidade Federal de Campina Grande (CDSA-UFCG).

Preparo do mosto

Para cada processo foram utilizados 3,0 kg de uva da variedade Isabel adquiridas na feira livre de Sumé - PB no mês de outubro de 2014. O mosto foi preparado a partir das seguintes etapas: (a) os frutos foram selecionados e foram realizadas repetidas lavagens das frutas com água corrente e, posteriormente, com água destilada; (b) pesagem das frutas inteiras; (c) os frutos foram macerados e aquecidos para liberação de mosto pela ruptura das películas; (d) o mosto foi então filtrado para retirada das peles e sementes dos frutos. A partir do mosto preparado foram medidos os valores de pH.

Para se estimar a concentração de substrato no mosto, inicialmente foi determinado teor de sólidos solúveis (TSS), expresso em °Brix, utilizando-se refratômetro de bancada. A partir dos resultados do TSS, a concentração de substrato, expressa em g/L, foi estimada utilizando-se a Equação 1 (12).

$$\text{substrato}(g/L) = 10,13 \times \text{°Brix} + 1,445 \quad (1)$$

Preparo do inóculo

As leveduras da espécie *Saccharomyces cerevisiae* JP1 foram cedidas pela Japungu Agroindustrial S/A e mantidas em glicerol a 30%, em freezer a -20°C.

Para o inóculo, as leveduras foram cultivadas segundo a metodologia adaptada de (13) em mosto de suco de uva esterilizado com teor de açúcares de 12% °Brix, enriquecido com 0,5% de extrato de levedura e mantidos a 30 °C, sob agitação de 150 rpm em *shaker*. Durante as primeiras 72 h, foi realizado o crescimento em 2 frascos de 250 mL, contendo 100 mL de mosto de suco de uva esterilizado.

Após o consumo dos açúcares e crescimento da levedura, observados principalmente pelo decréscimo do °Brix, o inóculo foi adicionado ao mosto no biorreator.

Fermentação

Processo em descontínuo: Foi adicionado 100 mL de inóculo a 800 mL de mosto de suco de uva no Biorreator de Bancada TECNAL. O processo foi conduzido em batelada por 6 dias com agitação de 300 rpm e temperatura de 30°C.

Foram retiradas alíquotas de 25 mL a cada 24 horas do mosto parcialmente fermentado durante o processo e analisados os valores de pH e °Brix. As alíquotas foram centrifugadas a 2000 rpm por 5 min e depois filtradas em papel de filtro com auxílio de sistema a vácuo e foi medida a massa seca após secagem por 24 h em estufa, à 75°C.

Processo em descontínuo alimentado: O conteúdo dos frascos (200 mL) foi utilizado para inóculo em Biorreator de Bancada TECNAL contendo o mosto do suco de uva devidamente esterilizado. O processo foi conduzido em batelada alimentada, por 7 dias com agitação de 300 rpm e temperatura de 30 °C.

O processo foi iniciado com 200 mL de mosto e 200 mL de inóculo em seguida foram feitas alimentações a cada 24 horas, adicionando-se 200 mL de mosto durante 4 dias.

Foram retiradas alíquotas de 15 mL a cada 12 horas do mosto parcialmente fermentado durante o processo e analisados os valores de pH e °Brix. As alíquotas foram centrifugadas a 2000 rpm por 5 min e depois filtradas em papel de filtro com auxílio de sistema a vácuo. Foi medida a massa seca após secagem por 24 h em estufa à 75°C.

Após o processo em biorreator o mosto fermentado foi transferido para um frasco de 1 L e mantido em *shaker*, a 30°C e 80 rpm durante quatro dias. Após esse tempo foi retirada uma alíquota de 15 mL e centrifugada nas condições descritas anteriormente para obtenção das medidas de massa seca, °Brix e pH finais.

O término dos processos foi observado pela ausência de liberação de CO₂ e pela diminuição do °Brix atingindo um valor constante.

Obtenção do vinho

O produto (vinho) foi obtido através de centrifugação a 2000 rpm por 5 min, do mosto fermentado. Após a centrifugação foi feita a filtração com o auxílio do sistema de filtração a vácuo, usando papel de filtro sendo no final obtidos 650 mL de vinho no processo descontínuo e 500 mL no processo descontínuo alimentado.

Após o término da fermentação foi feita a destilação usando um alambique feito artesanalmente. Foram retirados 150 mL de destilado e medido o teor alcoólico com o auxílio de um densímetro de álcool em solução aquosa.

Parâmetros fermentativos

Os valores das velocidades, da produtividade e do fator de conversão de substrato em produto foram obtidos pelas Equações 2-7:

$$P_p = \frac{P - P_0}{t} \quad (2)$$

$$Y_{P/S} = \frac{P - P_0}{S_0 - S} \quad (3)$$

$$\mu_x = \frac{1}{X} \frac{dX}{dt} \quad (4)$$

$$\mu_p = \frac{1}{X} \frac{dP}{dt} \quad (5)$$

$$\mu(s) = \frac{\mu_{m\acute{a}x} S}{K_s + S} \quad (6)$$

$$y = \frac{V_{m\acute{a}x} \cdot X^n}{K^n + X^n} \quad (7)$$

Onde: P_p é a produtividade do produto;

P é a concentração final de produto;

P_0 é a concentração inicial de produto;

S é a concentração final de substrato;

S_0 é a concentração inicial de substrato;

t é o tempo de fermentação;

$Y_{P/S}$ é o fator de conversão de substrato em produto;

μ_x é a velocidade específica de crescimento celular;

μ_p é a velocidade específica de produção do produto.

A eficiência das fermentações foi calculada utilizando os valores de etanol produzido (g/L) e dos açúcares presentes no caldo (g/L), segundo a Equação 8 (13):

$$Eficiência (\%) = \frac{Y_{P/S}}{0,511} \times 100 \quad (8)$$

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Crescimento celular e consumo de substrato no processo descontínuo

A variação da massa celular durante a fermentação do mosto de uva Isabel pela *Saccharomyces cerevisiae* JP1 operada de modo descontínuo está mostrada na Figura 1. Pode-se observar que nas primeiras 24 horas o consumo de substrato foi praticamente total, enquanto que nas horas seguintes este consumo variou a mínimos valores. No processo observou-se ausência da fase de latência, ocorrendo um rápido crescimento celular já nas horas iniciais da fermentação. Isso indica a eficiência no preparo do inóculo que atingiu concentração celular adequada havendo uma boa adaptação do microrganismo ao meio (14). As células atingiram a velocidade máxima de crescimento ($0,004271 \text{ h}^{-1}$) após 120 horas de cultivo com concentração e produtividade máxima em células de 21,6 g/L e 0,0923 g/L.h, respectivamente. O valor da velocidade máxima de crescimento (μ_x) é semelhante à simulada pela equação de Monod ($0,004014 \text{ h}^{-1}$) utilizando os valores da Tabela 1.

Tabela 1: Parâmetros enzimáticos obtidos pelo ajuste de curvas dos dados experimentais através do OriginPro 8, como mostra a Figura 1.

Parâmetros	Valores
$V_{m\acute{a}x}$	24,34399
K_m	11,54326

Os parâmetros cinéticos envolvidos com o crescimento celular para o processo fermentativo operado em descontínuo pode ser visualizado na Tabela 2.

Tabela 2: Valores dos parâmetros cinéticos envolvidos no processo descontínuo para a produção de vinho.

Parâmetros	Valores
$Y_{x/s} \text{ (g/g)}$	0,059108512
$P_x \text{ (g/L.h)}$	0,092275
$dX/dt \text{ (g/L.h)}$	0,092275
$\mu_x \text{ (h}^{-1}\text{)}$	0,004271002

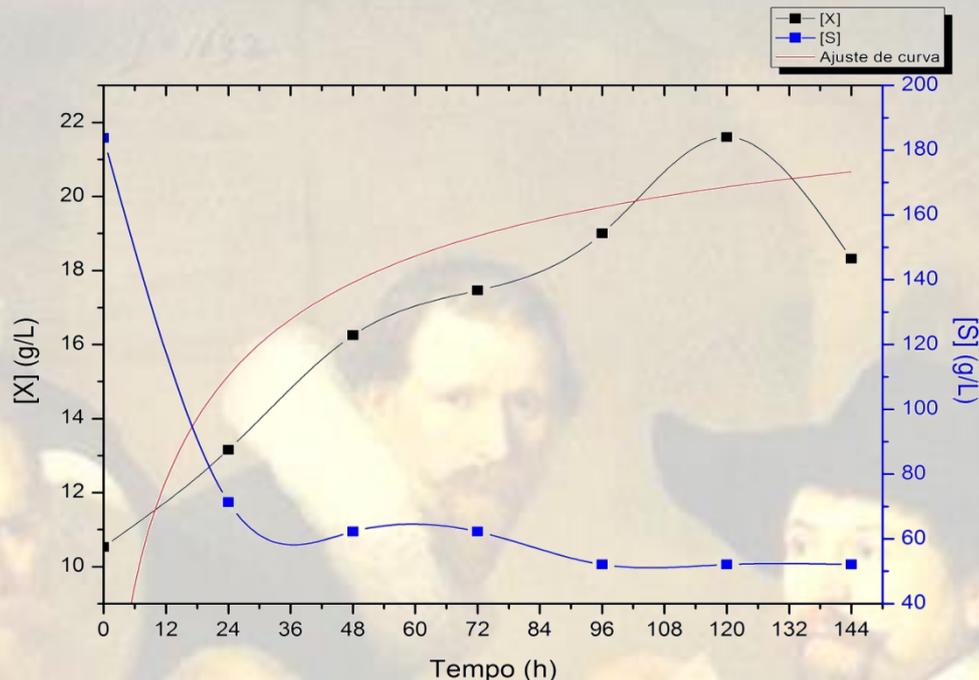


Figura 1: Perfil da concentração celular e consumo de substrato para a *Saccharomyces cerevisiae* JP1 durante o processo fermentativo em descontínuo. O ajuste (linha vermelha) dos valores experimentais (linha preta ■) permitiu mostrar um coeficiente de correlação não significativo para a situação em questão (R^2 igual a 0,6575).

No processo houve um rápido decréscimo na concentração de substrato nas primeiras 24 horas de fermentação, o que reforça a ideia da eficiência do inóculo. Nas etapas seguintes o substrato tendeu a atingir uma concentração constante que ao final do processo foi °Brix de 5%.

O acompanhamento do °Brix é importante para avaliar a velocidade da fermentação, sendo um requisito para garantir um controle de qualidade adequado e auxiliar o enólogo quanto a problemas que podem ocorrer durante o processo (3).

Crescimento celular no processo descontínuo alimentado

A variação da concentração celular durante a fermentação em descontínuo alimentado a 30°C do mosto de uva Isabel pela *Saccharomyces cerevisiae* JP1 está representada na Figura 2. A *S. cerevisiae* JP1 apresentou um rápido crescimento nas 24 horas iniciais da fermentação atingindo uma concentração celular de 12,6 g/L. Neste ponto foi feita a alimentação ocasionando uma rápida queda na concentração celular devido à variação no volume. Essas modificações do volume nas quatro adições sucessivas de mosto levam a decréscimos nos valores da concentração celular seguidos de fases de rápido crescimento pelo aumento na disponibilidade do

substrato. Posteriormente às alimentações, a concentração se normaliza, obtendo a produtividade máxima em célula. Verifica-se que a biomassa total (em g) cresce continuamente durante o processo.

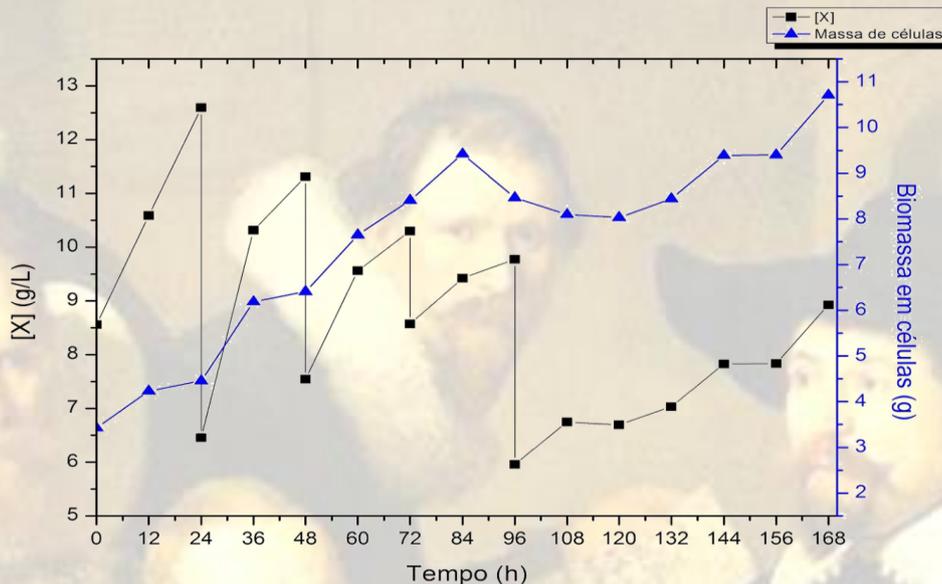


Figura 2: Perfil da concentração celular e biomassa total para a *Saccharomyces cerevisiae* JP1 durante o processo fermentativo em descontinuo alimentado. A linha preta representa a concentração celular ($[X]$ g/L) e a linha azul representa a biomassa total (g).

Devido as variações no volume de fermentação, os parâmetros cinéticos do crescimento da *S. cerevisiae* são melhor estimados pelo cálculo da biomassa total. A *Saccharomyces cerevisiae* JP1 apresentou um rápido crescimento nas 72 horas iniciais da fermentação, mas após este período houve redução na velocidade específica de crescimento que atingiu $0,00405 \text{ h}^{-1}$ e produtividade máxima em células de $0,0434 \text{ g/L.h}$.

Consumo do substrato no processo descontinuo alimentado

O processo descontinuo alimentado é caracterizado pela adição gradual de substrato, como pode ser observado na Figura 3. Houve a adição de substrato em quatro etapas, o que possibilitou a obtenção de concentrações não inibitórias do mesmo. A cada alimentação observa-se o rápido consumo do substrato nas 12 horas seguintes e esse consumo é acompanhado de rápido crescimento celular (Figura 3). Após a última alimentação os níveis de substrato caem também rapidamente e ao final do processo foi obtido um valor de 4,5% de °Brix.

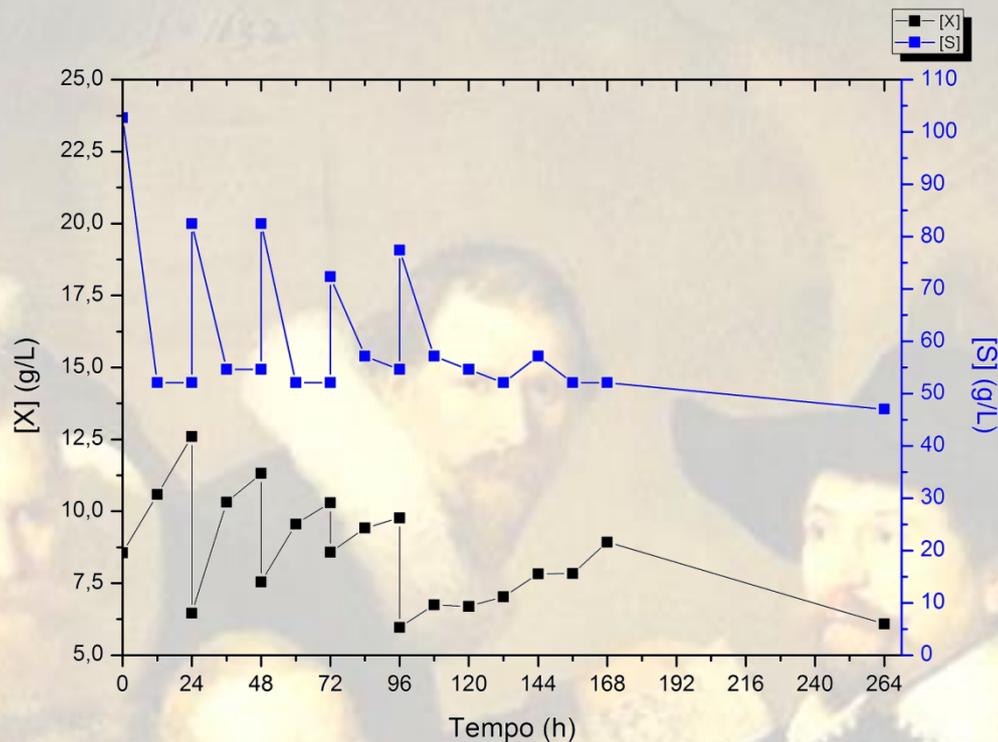


Figura 3: Perfil da concentração celular e de consumo de substrato durante o processo em descontínuo alimentado. O intervalo até 168 h representa graficamente o processo em biorreator. A etapa seguinte de 168 a 264 h representa a concentração celular e de substrato no processo realizado em *shaker*.

Os rápidos decréscimos no °Brix após as alimentações caracterizam uma fermentação “tumultuosa”, definida pelo rápido consumo do açúcar do mosto, ou seja, alta atividade dos microrganismos. Na fase seguinte, menos tumultuosa, observa-se menor atividade das leveduras. Estas variações descendentes do °Brix coincidiram também com a diminuição da intensidade de produção do dióxido de carbono no biorreator (dado não mostrado).

Outra vantagem do processo em descontínuo alimentado é a minimização dos efeitos do controle do metabolismo celular, considerando que nos microrganismos, glicose ou outras fontes de carbono rapidamente metabolizáveis reprimem a expressão de genes que codificam enzimas relacionadas ao metabolismo de outras fontes de carbono. Esse fenômeno é conhecido como repressão catabólica. Muitas enzimas, especialmente aquelas envolvidas em caminhos catabólicos, estão sujeitas a essa regulação repressiva. Uma importante técnica pra superar repressão catabólica na biossíntese de enzimas é a cultura por batelada alimentada em que a concentração de glicose no meio em fermentação mantida baixa, onde o crescimento é restringido, e a biossíntese de enzima desreprimida (11). Esse fenômeno pode ser observado também

para as enzimas que catalisam a fermentação alcoólica, assim essa adição gradual do substrato leva ao seu maior aproveitamento para a geração do produto de interesse (o álcool).

No processo em *shaker*, realizado após a etapa em biorreator de bancada, foi observado também consumo dos açúcares e o fermentado obtido manteve um valor final de 4,5% de °Brix.

Obtenção do produto

No processo descontínuo alimentado foi obtido ao final da fermentação um teor alcoólico de 6% v/v. Esse valor é um pouco maior ao obtido no processo descontínuo que foi de 5,4% v/v, mesmo o processo descontínuo tendo sido iniciado com 18% °Brix valor que é maior ao 15,5% de °Brix inicial do descontínuo alimentado. O maior teor alcoólico no processo descontínuo alimentado sugere uma maior eficiência na conversão de substrato em produto para essa metodologia. Essa diferença é mostrada pelo fator de conversão de substrato em produto que alcançou valor de 0,3235 g/g para o processo em descontínuo e 0,4248 g/g para o processo em descontínuo alimentado.

Os parâmetros cinéticos envolvidos na produção de teor de álcool no vinho para o processo fermentativo operado em descontínuo e descontínuo alimentado pode ser visualizado nas Tabela 3 e 4, respectivamente.

Tabela 3: Valores calculados a partir dos dados experimentais no processo descontínuo, para a produção de vinho.

Parâmetros	Valores
$Y_{p/s}$ (g/g)	0,323532539
P_P (g/L.h)	0,295875
dP/dt (g/L.h)	0,295875
μ_P (h ⁻¹)	0,013694747
Eficiência (%)	63,31360832

Tabela 4: Valores cinéticos envolvidos no processo descontínuo alimentado para a produção de vinho.

Parâmetros	Valores
$Y_{x/s}$ (g/g)	0,424840707
P_x (g/L.h)	0,179318182
dX/dt (g/L.h)	0,179318182
μ_x (h^{-1})	0,029460818
Eficiência (%)	83,13908164

Ambos os teores são inferiores ao estabelecido pelo Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial (INMETRO) que é 8,6 a 14% v/v (15). A baixa concentração de álcool pode ser devida a uma baixa concentração de açúcares ao início do processo. Assim, há uma necessidade de utilização de uvas com maior maturação, que apresentariam maior teor de açúcares.

Outra alternativa nesses casos, para atingir o teor alcoólico característico do vinho pode se recorrer a técnica denominada “Chaptalização” que consiste na correção do teor de açúcar do mosto para que o vinho alcance a graduação alcoólica mínima estabelecida por lei (16). Essa correção é feita adicionando ao mosto uma quantidade definida de açúcar de cana.

No entanto, a prática de “Chaptalização” não deve ser feita sem critérios, já que um excesso de açúcar adicionado provoca um desequilíbrio no vinho sob aspecto gustativo. Além desse problema, existe o fato da legislação brasileira atual permitir que apenas 30% do álcool presente no vinho seja proveniente do açúcar de cana (17)

CONCLUSÃO

A partir dos resultados obtidos, verifica-se o potencial de produção de vinho de uvas da variedade Isabel fermentada por *Saccharomyces cerevisiae* JP1. A utilização de um mosto corrigido pela técnica de "Chaptalização" e conseqüentemente com maior °Brix possivelmente resultaria na obtenção de uma maior produção de etanol, no entanto mais estudos deverão ser feitos nesse sentido.

Foi possível concluir que a levedura *S. cerevisiae* JP1 é hábil para a produção de vinho a partir da uva Isabel. Os resultados possibilitaram definir alguns parâmetros do processo de fermentação no suco de uva pela cepa JP1. Porém esse processo ainda precisa ser otimizado para uma produção de fermentado com um teor alcoólico maior.

Observou-se também, em ambos os processos, velocidades de crescimento celular semelhantes. Contudo, o processo em modo descontínuo alimentado apresentou a vantagem de propiciar uma maior conversão de substrato em produto.

REFERÊNCIAS

1. Processo de fermentação: da uva ao vinho [Internet]. 1ª ed. Botucatu - SP: Instituto de Biociências - UNESP; 2014 [citado em 10 de Outubro de 2014]. Disponível em: http://www.ibb.unesp.br/Home/Graduacao/ProgramadeEducacaoTutorial-PET/ProjetosFinalizados/PROCESSO_DE_FERMENTACAO_da_uva_ao_vinho.pdf
2. Penna NG, Hecktheuer LHR. Vinho e Saúde: uma revisão. *Infarma*. 2004; 16 (1): 64-67.
3. Colina A, Fogaça, AO. Evolução do pH durante o processo de vinificação das variedades Pinot Noir e Shiraz. UNIFRA, Santa Maria, RS, Brasil, 2012.
4. Tonietto J. Regiões de produção. In: Guerra CC, Mandelli F, Tonietto J, Zanus MC, Camargo UA. *Conhecendo o essencial sobre uvas e vinhos*. Documentos nº 48. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2009: 9-16.
5. Blasi TC. Análise do consumo e constituintes químicos de vinhos produzidos na quarta colônia de imigração italiana do Rio Grande do Sul e sua relação com as frações lipídicas sanguíneas. [Dissertação] Universidade Federal de Santa Maria, 2004.
6. Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e do Parnaíba. Rota do Vinho fortalece turismo gastronômico no Vale do São Francisco [Internet]. 2014 [citado em 30 de Outubro de 2014]. Disponível em: <http://www.codevasf.gov.br/noticias/2014/rota-do-vinho-fortalece-turismo-gastronomico-no-vale-do-sao-francisco>
7. Copacabana Runners. Tipos de Vinhos [Internet]. 2014 [citado em 29 de outubro de 2014]. Disponível em: <http://www.copacabanarunners.net/tipos-de-vinhos.html>.
8. Filho V, Santos A, Nascimento J, Marinho S, Lopes J, Júnior A et al. *Cad. pesq.* 13º ed. São Luiz: Produção, processamento e análise Bromatológica do vinho obtido de caju (*Anacardim accidentale* L.). 2002.
9. Reis VCB, Nicola AM, Oliveira Neto OS, Batista VDF, de Moraes LMP, Torres FAG. Genetic characterization and construction of an auxotrophic strain of *Saccharomyces cerevisiae* JP1, a Brazilian industrial yeast strain for bioethanol production. *Journal of Industrial Microbiology & Biotechnology*. 2012;39(11):1673-1683.
10. Zambelli R. Fermentação descontínua versus contínua [Internet]. 2014 [citado em 30 de Outubro de 2014]. Disponível em: <http://www.ebah.com.br/content/ABAAA7wAAF/fermentacao-descontinua-x-continua>.
11. Borzani W, Schmidell W, Lima U, Aquarone E. *Biotecnologia industrial: Engenharia Bioquímica*. 2ª ed. São Paulo: Edgard Blücher; 2001.
12. Fontan RCI, Verrísimo LAA, Silva WS, Bonomo RCF, Veloso CM. Cinética da fermentação alcoólica na elaboração de vinho de melancia. *B.CEPPA*. 2011; 29(2): 203-210.
13. Pavlak MM, de Abreu-Lima T, Carreiro S, Paulillo SL. Estudo da fermentação do hidrolisado de batata-doce utilizando diferentes linhagens de *Saccharomyces cerevisiae*. *Quim Nova*. 2011; 34(1): 82-86.
14. Mamede MEO, Pastore GM. Avaliação da produção dos compostos majoritários da fermentação de mosto de uva por leveduras isoladas da região de "Serra Gaúcha" (RS). *Ciênc. Tecnol. Aliment*. 2004; 24(3): 453-458.
15. INMETRO. Programa de análise de produtos: Relatório de Vinho [Internet]. 2014 [citado em 30 de outubro de 2014]. Disponível em: <http://www.inmetro.gov.br/consumidor/produtos/vinho.pdf>.
16. Rizzon LA, Dall'Agnol I. *Vinho Tinto*. Brasília - DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2007.
17. Góes FJ. Desenvolvimento e otimização do processo fermentativo para produção de vinho branco a partir da uva Itália. [Dissertação] Universidade Federal de São Carlos, 2005.