



CARACTERIZAÇÃO QUÍMICA, OTIMIZAÇÃO DA HIDRÓLISE ÁCIDA E FERMENTAÇÃO DA POLPA DE BARU EM BIORREATOR

Diego Palmiro Ramirez Ascheri^{1,*} (PQ) diego.ascheri@ueg.br, Guilherme Augusto Terra Soares¹ (IC), Douglas Bento Silva Pereira¹ (IC), Thatyelly Rubya Narciso de Souza¹ (PG).

¹ CÂMPUS CENTRAL - SEDE: ANÁPOLIS – CET. Br 153, Nº 3105 - Campus Henrique Santillo-Anápolis.

Resumo: O presente trabalho teve por objetivos caracterizar a composição química da polpa, otimizar a hidrólise ácida da polpa em função do tempo e temperatura de reação e fermentar em biorreator a polpa e o melhor tratamento da hidrólise. A polpa de baru se caracterizou por conter altos teores de glicose, frutose, sacarose e ART= 39,36% o que há faz uma boa matéria-prima apropriada para a fermentação alcoólica. Pela otimização, o ART aumentou até 65,06% obtido pela hidrólise de 1/5 g/L de polpa em água adicionada de 7 g de ácido cítrico/ 100 g, aquecida a 90 °C/ 70 min e a 200 rpm de agitação do biorreator. A polpa e polpa hidrolisada produziram álcool em quantidades de 11,65 e 13,10 mL/L de mosto, respectivamente, obtidos em uma suspensão de polpa/água (g/mL) de 1/5, 10 g de levedura por litro de mosto, fermentados a uma temperatura de 30 °C/ 48 h, a 500 e 200 rpm para polpa e polpa fermentada, respectivamente.

Palavras-chave: *Dipteryx alata* Vog. Frutos do Cerrado. Fermentação Alcoólica. Propriedades físicas, físico-químicas e funcionais.

Introdução

Este trabalho faz parte de uma investigação que vêm se desenvolvendo com o intuito de aproveitar resíduos do processamento da amêndoa da polpa de Baru. Num estudo prévio, Ribeiro et al. (2011) mostrou que é possível elaborar uma bebida fermentada a base desta polpa. Durante a fermentação estes autores estudaram os efeitos das concentrações de polpa e de levedura sobre a perda de massa e sólidos solúveis do mosto, num processo estático, sem adição de sacarose durante o processo de fermentação (chaptalização) e controle da temperatura. Como resposta, eles selecionar uma bebida alcoólica fermentada de baru do tipo semisecco. Estes autores concluíram que a farinha de polpa de baru constitui uma boa matéria-prima fermentescível que, sem adicionado de sacarose, leva a elaboração de uma bebida





fermentada tipo semiseco com 10,7% de sólidos solúveis. Os níveis ótimos de perda de massa estariam relacionados ao uso de 17 g de fermento por cada litro de mosto e 40 g de polpa de baru para 100 mL de água.

Ferreira et al. (2015) patentearam uma bebida fermentada exótica semelhante a vinho a partir da polpa de baru. A referida invenção diz respeito ao processo de elaboração de fermentado alcoólico de polpa de baru, no qual uma mistura homogênea de polpa adicionada de sacarose, água e levedura passam por processos fermentativos, vigorosa e lenta, e pelo envelhecimento a fim de produzir uma bebida fermentada. Estes autores utilizaram a chaptalização, que consiste na adição de sacarose para corrigir os °Brix da polpa e produzir a quantidade de álcool desejada, pois a cada 2 °Brix obtém-se 1 °GL (FERREIRA et al., 2015).

Como se pode ver nos trabalhos de Ribeiro et al. (2011) e Ferreira et al. (2015) é importante a chaptalização durante o processo fermentativo da polpa para se determinar o tipo de bebida que se quer ter ao final do processo de fermentação. Ribeiro et al. (2011) sem a chaptalização obtiveram uma bebida tipo semiseco, enquanto que Ferreira et al. (2015) usando esta operação obtiveram uma bebida fermentada do tipo vinho doce. Ambos autores e colaboradores (RIBEIRO et al., 2011 e FERREIRA et al., 2015) referem que a polpa de baru é rica em açúcares o que explica a razão de uma farinha adocicada, conferindo a esta polpa o caráter energético apropriado para a fermentação alcoólica.

Tendo em consideração dos resultados de Ribeiro et al. (2011) sobre a os açúcares não redutores presentes na polpa de baru, uma das propostas do presente trabalho é aumentar a quantidade de açúcares redutores totais da polpa com a finalidade de suprimir a chaptalização que usa a sacarose comercial.

Para a conversão da sacarose contida na polpa, é necessário que esta seja hidrolisada e desta forma convertida em açúcares mais simples, glicose e frutose, podendo ser por hidrólise ácida e aquecimento, ou enzimática, ambas com a mesma finalidade de reduzir o dissacarídeo a monossacarídeos (RODRIGUES et al., 2000; SIDDIQUI, 2010). Entretanto, o fator limitante da utilização do processo de hidrólise enzimática é o alto custo das enzimas (RODRIGUES et al., 2000).





A polpa de baru hidrolisada passará a ser utilizado como mosto para a elaboração de uma bebida fermentada sem a necessidade da sulfitação (para a inibição do crescimento bacteriano), uma vez que a polpa passará por um tratamento térmico acima da temperatura de pasteurização (≥ 97 °C).

Após adição de levedura ao mosto, os açúcares fermentáveis se transformam em álcool, com a formação de numerosos produtos secundários. Se o álcool é um elemento determinante na qualidade de um vinho, os produtos secundários (glicerina, ácidos voláteis, álcoois superiores, ésteres, etc.) são os constituintes essenciais do aroma; consoante os casos, podem afiná-lo ou deteriorá-lo. A importância relativa dos diferentes produtos secundários depende, em grande parte, das condições de fermentação: é essencial que esta seja correta. Se demasiado lenta, as bactérias ou as leveduras podem formar produtos secundários originando gostos grosseiros, acidez volátil, ou outros maus paladares. Se demasiado rápida, a temperatura eleva-se, provocando perda dos aromas, levados pela libertação do gás carbônico; os aromas formados são mais grosseiros; no fim, obtém-se uma bebida fermentada menos fina e menos agradável (referido por RIBEIRO et al., 2011).

Estes parâmetros são melhor controlados fazendo uso de fermentadores que por meio de um sistema digital se pode monitorar a variação da temperatura do meio, a velocidade de agitação, pH, etc. Isto é, monitorando os principais parâmetros do processo fermentativo se poderá obter uma bebida fermentada de ótima qualidade.

Por isso, o presente trabalho tem por objetivo caracterizar as propriedades físico-químicas da polpa, otimizar a hidrólise com ácido cítrico da polpa em função do tempo e temperatura de reação e fermentar em biorreator a polpa de baru e o melhor tratamento da hidrólise ácida.

Material e Métodos

1. Matéria-prima

Após a coleta, seleção e sanitização, a polpa do baru foi separada usando facas, e acondicionada em sacos plásticos sob refrigeração até sua posterior utilização.

2. Otimização da hidrólise ácida da polpa





A hidrólise ácida da polpa foi realizada em biorreator. Em delineamento experimental casualizado, um esquema fatorial 2^2 foi adotado variando o tempo (70 e 90 min) e temperatura (70 e 90 °C), totalizando quatro tratamentos com três repetições. A variável resposta foi os açúcares redutores totais (ART) determinados por titulometria.

A amostra hidrolisada chamada de mosto contendo maior quantidade de ART foi mantida em frasco até sua posterior utilização no processo de fermentação.

3. Fermentação alcoólica controlada em biorreator

Aproximadamente 200 g para 1000 mL de polpa de baru e 665 mL do melhor mosto selecionado na hidrólise ácida foram fermentados em biorreator. Utilizou-se 10 g de *S. cerevisiae* de marca conhecida como agente de fermentação. A acidez do mosto foi corrigida até um pH neutro. A temperatura de 30 °C e as velocidades de agitação de 200 rpm para o tratamento T₂ e 500 rpm para a polpa foram controladas pelo sistema digital do biorreator. Após 48 horas as amostras fermentadas foram retiradas do fermentador e determinadas o teor de ART e teor alcoólico.

4. Determinações analíticas

A determinação da composição química da polpa de baru (pH, acidez total, sólidos solúveis, teor de água, cinzas, lipídios, fibras, açúcares redutores totais e proteínas) foi realizada utilizando-se os métodos descritos por Brasil (2008).

Os açúcares glicose, frutose e sacarose foram determinadas segundo Macrae (1998), por separação cromatográfica da amostra em coluna de fase reversa e consequente determinação da concentração dos açúcares por cromatografia líquida de alta eficiência (CLAE).

As destilações foram realizadas num microdestilador de álcool, modelo MA012/1 (Marconi, SP, Brasil).

5. Análise estatística

Os resultados das análises físico-químicas foram expressos em média \pm desvio padrão. Aplicou-se análise de variância e metodologia de superfície de resposta nas respostas do planejamento fatorial ($p < 0,05$). Para o desenvolvimento das análises estatísticas e dos gráficos foi utilizado o software Statistica versão 8.0.





Resultados e Discussão

1. Composição química da polpa do baru

Os componentes e respectivos valores médios da composição química da polpa do baru estão descritos na Tabela 1.

Tabela 1 – Resultados médios \pm desvio padrão da composição química da polpa do baru*

Componentes	Média (g por 100 g em base seca)
Água	17,03 \pm 0,06
Proteína	6,34 \pm 0,30
Lipídio	2,16 \pm 0,03
Fibra bruta	5,54 \pm 0,40
Cinza	4,02 \pm 0,03
Carboidrato ¹	64,91 \pm 0,85
Glicose	6,78 \pm 0,65
Frutose	23,89 \pm 0,22
Sacarose	32,05 \pm 0,50

* média de três determinações; ¹ Calculado por diferença [100-(Água + Proteína + Lipídios + Fibra bruta + Cinzas)].

Os teores de água, proteína, lipídio, fibra bruta, cinza, e carboidratos da polpa de baru estão conformes com obtidos por Ribeiro et al. (2011) e Araújo et al. (2013). Os teores de glicose (6,78%), frutose (23,89%) e sacarose (32,05%) foram relativamente maiores dos encontrados por Araújo et al. (2013). Estes últimos resultados demonstram, novamente, que a polpa de baru é uma boa matéria-prima apropriada para a fermentação alcoólica.

2. Otimizar o processo de hidrólise ácida da polpa de baru.

Pela Tabela 2 se pode observar que o processo de hidrólise ácida afeta os resultados de ART da polpa de baru, inicialmente, a polpa apresentou 39,36% de ART e após hidrólise, o tratamento T₂ apresentou o maior valor de ART (~65%), indicando que a quantidade de 7,0 mL de ácido cítrico adicionado a uma solução de 20% de





polpa de baru e aquecido a 90 °C por 90 min aumenta os ART em 1,7 vezes o valor inicial.

Tabela 2 – Valores de da concentração de açúcares redutores (% , base seca) obtidos por meio do processo de hidrólise da polpa de baru em função do volume de ácido cítrico, tempo e temperatura de hidrólise ácida.

Tratamento	Ácido Cítrico (mL)	Tempo (min)	Temperatura (°C)	ART (%)	
Polpa	-	-	-	39,36±1,46	
T ₁	7,0	70	70	40,63±2,99	
T ₂	7,0	70	90	65,06±1,95	
T ₃	7,0	90	70	64,57±1,56	
T ₄	7,0	90	90	46,27±0,68	
Polpa ferment.	-	-	-	14,16±0,24	
T ₂ fermentado	-	-	-	18,32±3,29	
Fator	GI	QM	Teste F	Coef. Reg.	Teste t
Interação	-	-	-	-831,92**	-42,55
Tempo (t)	1	68,26	62,87**	11,25**	46,37
Temperatura (T)	1	55,99	51,56**	11,27**	46,46
t x T	1	2472,79	2277,44**	-0,14**	-47,72
Erro	8	1,09	-	-	-

$R_{aj}^2 = 0,996$

Segundo a anova da Tabela 2, houve interação entre os fatores t x T, indicando que a variação de ART em função de t depende da variação dos níveis de T ($F= 2277,44$, $p<0,001$) e vice-versa, isto é, o efeito que causa T também depende de t. Ambos fatores são muito importantes para a hidrólise dos açúcares redutores presentes na polpa do baru.

Pela Figura 1 se pode observar duas tendências de aumento do ART da polpa de baru. A primeira necessita de maior temperatura (90 °C) e menor tempo (70 min) enquanto que a segunda necessita menor temperatura (70 °C) porém maior tempo de hidrólise (90 min), inferindo que o aumento do ART da polpa de baru pode ser obtido em condições opostas de tempo e temperatura. O melhor tratamento foi o T₂, com 65,06% de ART como visto na Tabela 2.



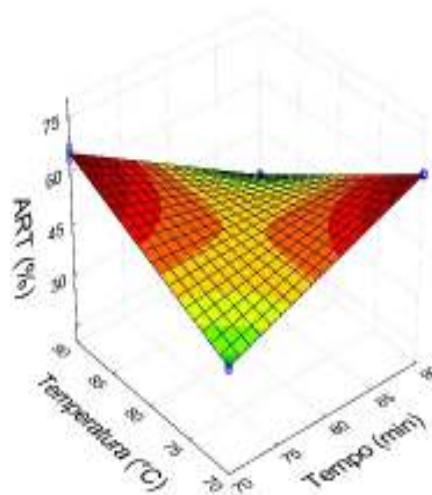


Figura 1 – Gráfico de superfície de respostas dos valores de ART da polpa de baru em função do tempo e temperatura de hidrólise.

Após 48 h de fermentação da polpa e do T₂, se obteve um produto contendo 14,16 e 18,32% de ART, conseguindo-se reduzir 2,8 e 3,6 vezes seu valor inicial de 39,36 e 65,06%, respectivamente. Quando destilado, os produtos fermentados conseguiram produzir uma quantidade de álcool de 11,65 e 13,10 mL/L de mosto. O rendimento em álcool pode ter sido maior, no entanto, o conteúdo em taninos e outras matérias presentes na casca influenciaram na atividade microbiana, impedindo às leveduras se desenvolver e desdobrar os ARTs em álcool. Maior intensidade de compostos fenólicos são desprendidos quando a polpa é aquecida. O cheiro e cor do álcool obtido de T₂ lembra a uma bebida de álcool embelecida em tonéis de carvalho, o rum.

Por esse motivo, recomenda-se maiores estudos desse processo de fermentação, controlando o efeito de compostos fenólicos e furfurais na produção de álcool da polpa de baru.

Considerações Finais

A polpa de baru é uma boa matéria-prima para a fermentação alcoólica. Contém glicose, frutose e sacarose de 6,8, 23,9 e 32,15%, respectivamente, e ART= 39,4%. A polpa hidrolisada apresenta ART= 65,1%, obtido de 1/5 g/L de polpa em água, adicionada de 7 g de ácido cítrico/ 100 g a 90 °C/ 70 min e 200 rpm de agitação do





biorreator. A polpa de baru e polpa hidrolisada produzem álcool em quantidades de 11,65 e 13,10 mL/L de mosto, respectivamente, obtidos em uma suspensão de polpa/água (g/mL) de 1/5, 10 g de levedura por litro de mosto, fermentados a uma temperatura de 30 °C/ 48 h, a 500 e 200 rpm para polpa e polpa fermentada, respectivamente.

Agradecimentos

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Goiás e aos programas de bolsa PBIC/UEG e PBIC/CNPq, nossos agradecimentos.

Referências

ARAÚJO, W. O.; SANTOS, D. M.; ASCHERI, D. P. R. Otimização do processo de extração de açúcares redutores da polpa do baru. **Revista Agrotecnologia**, v. 4, n. 2, p. 118 - 133, 2013.

BRASIL. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. 1 ed. Digital. ZENEON, O.; PASCUET, N.S.; TIGLEA, P. (Coord.). São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2008. 1020 p.

FERREIRA, N. B. S.; ASQUIERI, E. R.; DAMIANI, C. Processo para elaboração de um fermentado alcoólico de polpa de baru (*dipteryx alata vog.*). **BR pat. 10.2013.008.434.4.A2**, 23 jun. 2015. 2p.

MACRAE, R. **Food Science and technology: a serie of monographys: HPLC in food analysis**. 2 ed., New York: Academic Press, 1998. 77p.

RIBEIRO, A. E. C.; ASCHERI, D. P. R.; ASCHERI, J. L. R. Aplicação da metodologia de superfície de resposta para a seleção de uma bebida alcoólica fermentada de polpa de baru. **Revista Agrotecnologia**, v. 2, n. 1, p. 57–72, 2011.

RODRIGUES, M. V. N.; RODRIGUES, R. A. F.; SERRA, G. E.; ANDRIETTA, S. R.; FRANCO, T. T. Produção de xarope de açúcar invertido obtido por hidrólise heterogênea, através de planejamento experimental. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 20, n. 1, p. 2-15, 2000.

SIDDIQUI, I. Polarographic investigation of kinetics of inversion of sucrose. **Rasayan Journal Chemistry**, v. 3, n. 2, 255-259, 2010.

