

Bebida fermentada de yacon (*Smallanthus sonchifolius*): parâmetros do processo fermentativo

RESUMO

O yacon, considerado alimento funcional em razão do teor de frutooligossacarídeos, apresenta alta perecibilidade, dificultando seu consumo. Com o crescimento no mercado dos fermentados alcoólicos, o fermentado de yacon seria uma alternativa promissora. Dessa forma, o objetivo do estudo foi desenvolver o fermentado e monitorá-lo durante o processo de elaboração. As raízes foram tratadas previamente e trituradas, submetidas à fermentação alcoólica e controladas (temperatura, pH, acidez total e teor sólidos solúveis) por 10 dias (fermentação vigorosa). Posteriormente, monitorou-se (densidade, cinzas, acidez total e volátil, taninos e açúcares redutores) por 90 dias a fermentação lenta. Todas os parâmetros avaliados se mostraram compatíveis com a legislação brasileira, sendo o único que diminuiu significativamente foi a acidez total. Dessa forma, houve condições de se produzir um fermentado alcoólico, a partir do yacon, compatível com a legislação brasileira.

PALAVRAS-CHAVE: frutooligossacarídeos; *Saccharomyces cerevisiae*; yacon; fermentado alcoólico.

Camila Cheker Brandão

camilacheker@yahoo.com.br

<http://orcid.org/0000-0002-6908-7517>

Universidade Federal de Goiás, Goiânia, Brasil.

Eduardo Ramirez Asquieri

asquieri@gmail.com

<http://orcid.org/0000-0003-3312-8003>

Universidade Federal de Goiás, Goiânia, Brasil.

Clarissa Damiani

damianiclarissa@hotmail.com

<http://orcid.org/0000-0001-8507-0320>

Universidade Federal de Goiás, Goiânia, Brasil.

INTRODUÇÃO

Os alimentos e bebidas fermentadas são de grande importância para o mercado mundial, uma vez que, as propriedades nutricionais e sensoriais da matéria-prima são melhoradas por meio do processo fermentativo, assim como o prolongamento de sua vida útil (SANTO *et al.*, 2012).

Dentre as bebidas fermentadas, as mais populares são as que passam pelo processo de fermentação alcoólica pelas leveduras (*Saccharomyces cerevisiae*). Em países da América do Sul, devido suas origens indígenas, há uma diversidade de bebidas fermentadas, provenientes de diferentes matérias-primas como arroz, trigo, cana de açúcar e outros. Porém, a bebida alcoólica mais consumida e conhecida do mundo é proveniente das uvas, o vinho (OSORIO-CADAVID *et al.*, 2008).

Para a qualidade do vinho é extremamente importante o papel da *Saccharomyces cerevisiae*, durante a fermentação elas desenvolvem na bebida as características de viscosidade, cor, corpo, aroma e sabor do vinho final, sendo que a utilização de diferentes cepas dessas leveduras fornecerão diferentes características sensoriais ao vinho (CAPECE *et al.*, 2012).

Apesar do vinho ser o fermentado alcoólico mais produzido e consumido, outros fermentados, também, já estão disponíveis no mercado, como o de jaca (ASQUIERI *et al.*, 2008) e o fermentado de caju (ARAÚJO *et al.*, 2011). Dessa forma, é necessário o incentivo para que outras frutas não sejam desperdiçadas e possam gerar fermentados alcoólicos diversos.

O yacon, originário dos Andes, é um tubérculo que armazena frutooligossacarídeos (FOS). O diferencial dos FOS está no fato desse açúcar não ser digerido pelo organismo humano, isto é, o organismo não é capaz de produzir enzimas para hidrolisá-lo, sendo assim classificado como fibra alimentar ou como fibras solúveis (SANTANA; CARDOSO, 2008).

Mesmo com seu benefício à saúde, o yacon ainda é pouco produzido e consumido, e possui a desvantagem de ter rápida deterioração pós-colheita. Para que esses problemas sejam minimizados, há a necessidade de maiores pesquisas para o desenvolvimento de novos produtos à base de yacon, incentivando os agricultores na produção desse tubérculo e estendendo sua vida útil pós-colheita.

Dessa forma, esse trabalho teve como objetivo desenvolver o fermentado alcoólico de yacon e monitorar os principais parâmetros do processo fermentativo.

MATERIAIS E MÉTODOS

MATERIAL

O yacon (*Smallanthus sonchifolius*) foi adquirido na Central de Abastecimento de Goiás (CEASA-GO). As leveduras (*Saccharomyces cerevisiae*) para a produção do fermentado proposto, assim como as garrafas para o armazenamento, foram adquiridos no comércio local de Goiânia, Brasil.

Alguns dados quantitativos poderão ser omitidos em razão da patente nº BR 10 2012 005273 3.

CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DO YACON (*SMALLANTHUS SONCHIFOLIUS*)

O yacon foi caracterizado por meio das análises de umidade, de cinzas, de proteína, de lipídeos, de teor de sólidos solúveis (A.O.A.C, 2006), de carboidratos totais (DUBOIS *et al.*, 1956), de açúcares redutores (MILLER, 1959), de frutose total (JERMYM, 1956) e de FOS (SILVA *et al.*, 2003).

ELABORAÇÃO DO MOSTO DE YACON

O yacon foi processado no Laboratório de Química e Bioquímica de Alimentos, da Faculdade de Farmácia, da Universidade Federal de Goiás. Os tubérculos foram selecionados e somente aqueles que não apresentaram injúrias mecânicas visuais foram utilizados para a elaboração do fermentado.

O yacon, depois de selecionado, foi lavado, sanitizado (hipoclorito de sódio-200ppm, por quinze minutos), descascado, fatiado, imerso em solução de metabissulfito de sódio (0,2%), a fim de evitar o escurecimento enzimático e, em seguida, as fatias foram trituradas em liquidificador semi-industrial.

O caldo obtido sofreu sulfitação (metabissulfito de sódio) e correção do teor de sólidos solúveis com adição de açúcar comercial até que o mesmo atingisse os 26 °Brix desejado. Em seguida, ficou 24 horas de repouso, levando-se em consideração que 2 °Brix são transformados em 1 °GL após a ação das leveduras no processo de fermentação (CORAZZA *et al.*, 2001). Para o início da fermentação, foi feito o pé de cuba (levedura e caldo yacon), para que, posteriormente, fosse acrescentado ao volume total de caldo.

MONITORAMENTO FERMENTAÇÃO VIGOROSA

A fermentação vigorosa foi monitorada por dez dias através de análises diárias de temperatura, de acidez total titulável, de pH (BRASIL, 1988) e de teor de sólidos solúveis (A.O.A.C, 2006), incluindo o tempo zero. A fermentação vigorosa durou até a estabilização do teor de sólidos solúveis (acompanhada por refratômetro). Em seguida, foi realizada a primeira trasfega do mosto fermentado para um galão de polietileno de alta densidade (PEAD), adicionado metabissulfito de sódio, para evitar o crescimento de leveduras selvagens e bactérias indesejáveis, durante a fermentação lenta.

MONITORAMENTO FERMENTAÇÃO LENTA

A fermentação lenta foi monitorada por noventa dias, sendo que em intervalos de trinta dias a trasfega era realizada, para que a borra concentrada no fundo do recipiente fosse eliminada. Mensalmente, eram monitoradas densidade, acidez total titulável (NaOH), acidez volátil, cinzas (BRASIL, 1988), açúcares redutores (MILLER, 1959) e taninos (ZIELISKI; KOZOWSKA, 2000).

Após noventa dias, o fermentado foi clarificado com uso de bentonita, filtrado à vácuo com celite e kielseghur, medido o grau alcoólico (BRASIL, 1988) e engarrafado.

ANÁLISE ESTATÍSTICA

O experimento foi desenvolvido em um delineamento inteiramente casualizado, no qual avaliação da influência das variáveis em relação ao tempo de fermentação foi realizada pela aplicação do teste Friedman e de regressão polinomial. O teste foi aplicado com o nível de significância de $p < 0,05$.

RESULTADOS E DUSCUSSÃO

CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DO YACON

A determinação das características químicas das raízes de yacon (Tabela 1) foi realizada pré-processo de fermentação alcoólica. O teor de sólidos solúveis encontrado foi baixo (12^o BRIX) para a produção de um fermentado, por isso, houve a necessidade de acréscimo de açúcar cristal comercial até o teor de 26^o BRIX. Segundo Santos *et al.* (2005), são raras as vezes em que uma fruta encontra-se madura o suficiente para alcançar o teor de sólidos solúveis necessário para produção de fermentado sem a adição de açúcar.

O teor de sólidos solúveis inicial é importante, uma vez que o teor alcoólico final de um fermentado depende, diretamente, da quantidade inicial de açúcares fermentescíveis (sacarose, frutose, glicose).

Tabela 1. Composição química da raiz de yacon por g/100g da porção comestível, em base seca.

Análise	Valor médio (%)± desvio padrão
Cinzas	3,70±0,070
Proteínas	4,85±0,173
Lipídios	0,90±0,035
Carboidratos totais	89,80±4,180
Frutose total	56,47 ± 0,970
Açúcares redutores	24,05 ± 0,130
FOS	32,43 ± 0,971

Cinzas representam a parte inorgânica da matéria, sendo assim, ponto de partida para análise de minerais. O teor de cinzas, do yacon não varia muito ao se comparar diferentes trabalhos, Oliveira *et al.* (2005) encontraram um valor de 3,50%.

O yacon apresentou baixo teor lipídico e proteico, contribuindo para a produção de fermentado sem a necessidade de pré-tratamentos como de purificação e clarificação do caldo. Maldonado *et al.*, (2008) realizaram a caracterização de espécies de yacon nativas da Argentina e encontraram, em base seca, 1,33% de proteína e 0,16% de teor lipídico nas raízes. Todos os resultados mostraram uma proximidade e um valor abaixo de 5%, o que é característico do yacon como afirma Seminario & Valderrama (2003).

Manrique *et al.*, (2005) afirmaram que as raízes de yacon possuem cerca de 90% de carboidratos totais, representados pelos açúcares, fibra e FOS. Mas a quantidade desses constituintes é de extrema variabilidade, uma vez que dependem da cultivar, da época de cultivo e de pós-colheita, do solo, do clima e, principalmente, da temperatura pós-colheita (SANTANA; CARDOSO, 2008). Douglas *et al.*, (2007) analisaram raízes colhidas em diferentes meses (setembro a novembro) e demonstraram que a época da colheita também influencia na quantidade de carboidratos. Levando em consideração o clima tropical do Brasil e que quanto maior a temperatura pós-colheita, menor é a quantidade de FOS e maior a quantidade de açúcares redutores, o presente trabalho encontrou um valor próximo dos apresentados por Manrique *et al.*, (2005), que foram de 30 a 40% de FOS.

Se a quantidade de carboidratos é variável, conforme os fatores já mencionados, a quantidade de FOS e por consequência de sólidos solúveis são, ainda, mais sensíveis. O FOS, que é o principal componente de destaque desse tubérculo, após a colheita, torna-se alvo de enzimas capazes de degradar frutanos como sacarose-frutossiltransferase, frutano frutossiltransferase e frutano hidrolase. Essa talvez seja a razão para tantas afirmações diferentes em relação a esse constituinte. Seminário & Valderrama (2003), assim como Santana & Cardoso (2008) afirmaram que, em base seca, a quantidade de FOS em yacon pode variar de 40 a 70%, intervalo mais alto do que o encontrado no presente estudo. Douglas *et al.*, (2007) encontraram valor máximo de 45% de FOS em diferentes cultivares de yacon analisadas, comprovando, mais uma vez, a variação desse constituinte.

Os FOS são uma importante característica do yacon, uma vez que, são considerados alimentos funcionais, já que, não digeridos, chegam ao intestino, sofrem fermentação anaeróbica pelas bifidobactérias benéficas, liberando ácido lático, ácidos graxos de cadeia curta (AGCC) e vitaminas (OLIVEIRA, 2005). Os ácidos graxos de cadeia curta, uma vez produzidos, diminuem o pH e controlam o crescimento de bactérias maléficas ao organismo.

Em relação ao teor de açúcares redutores, Scher *et al.*, (2009) encontraram um valor superior (49%) de açúcar redutor que a do presente trabalho (24%) e ainda afirmam que esses valores estão de acordo com os estudos sobre yacon. Com esses dados pode-se afirmar que a variabilidade na quantidade desses açúcares é grande e que as raízes utilizadas nos estudos possuíam uma quantidade baixa de açúcares redutores e FOS, demonstrando a necessidade da suplementação de açúcar no mosto para fermentação.

FERMENTAÇÃO VIGOROSA

As principais características da etapa de fermentação vigorosa são o crescimento celular, a rápida e crescente produção de etanol e a liberação de CO₂, que é visualizada pela grande formação de bolhas no interior da mosto, cerca de três horas após o inóculo da levedura. Essa etapa pode durar de 3 a 12 dias, dependendo da quantidade de açúcar e levedura inoculada (FELLOWS, 2008).

Nesta etapa, as principais características do mosto foram monitoradas durante os 10 dias de fermentação vigorosa e extraídas as equações de seus comportamentos (Figura 1).

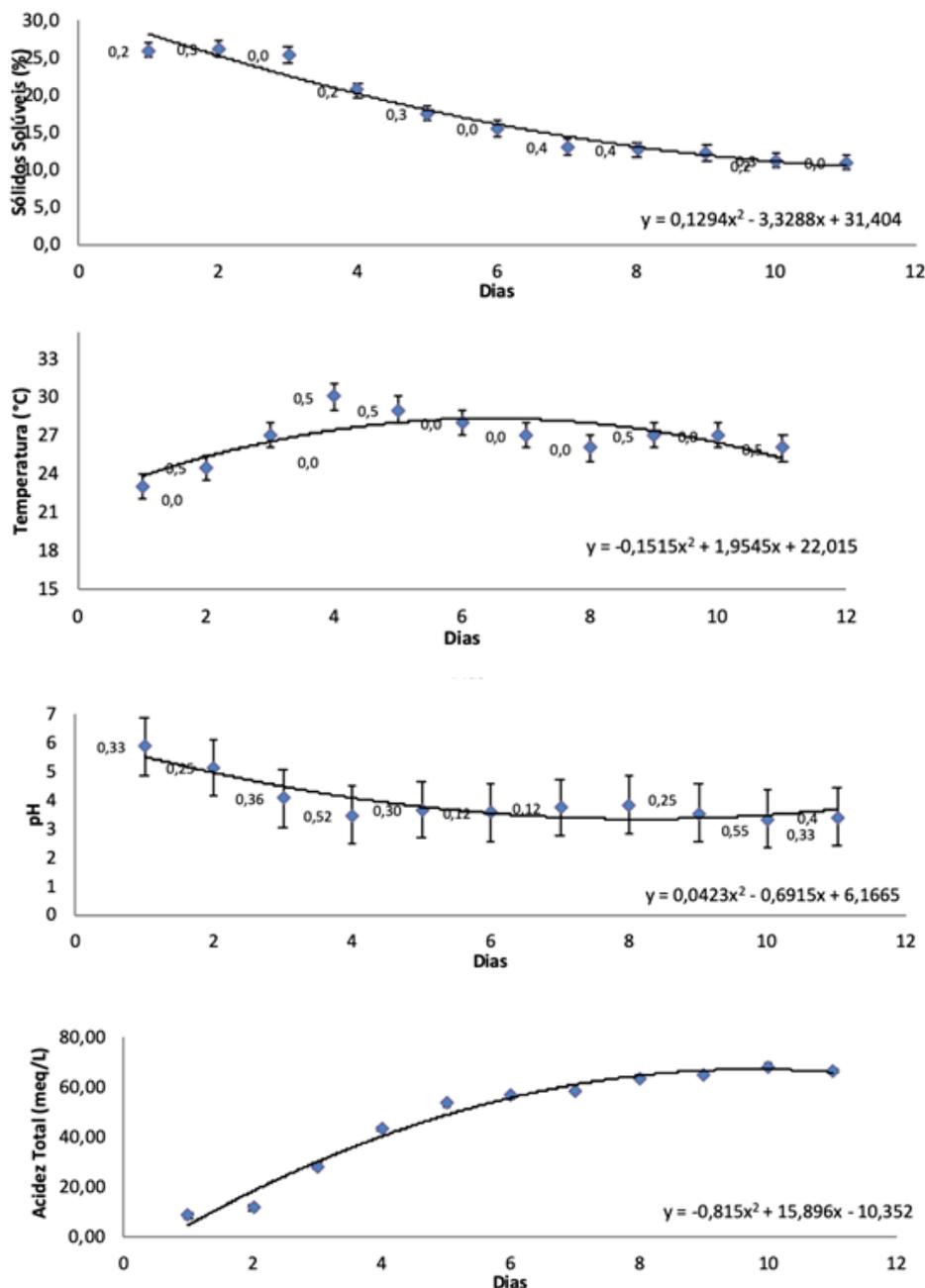


Figura 1. Regressão polinomial dos parâmetros fermentativos durante a etapa vigorosa

Durante a etapa vigorosa, em razão da alta atividade microbiana, ocorre um aumento de temperatura durante a fermentação, porém sem ultrapassar a temperatura de 35 °C para que não haja morte das leveduras (SANTOS *et al.*, 2005). Galanakis *et al.* (2012) acompanharam essa etapa sob diferentes temperaturas e concluíram que a temperatura de 30 °C foi a melhor encontrada, na qual as leveduras produzem maior quantidade de etanol ao final do processo. A temperatura do mosto de yacon, durante etapa vigorosa foi monitorada, mas não

foi controlada, atingindo a temperatura ótima de 30°C, por apenas um dia, finalizando nos últimos dez dias, a 26 °C, estando próxima ao desejado.

As principais características de qualidade, nessa etapa, são pH e acidez. Em relação ao pH, para fermentados de frutas, valores entre 3 e 5 são considerados indícios de boa qualidade fermentativa, sendo a faixa ótima 4,5 a 5,5 quando ocorrem as maiores produções de etanol (ARRUDA *et al.*, 2007).

O pH, ao final da adição do inoculo, foi de 5,13 e com a ação das leveduras, além do álcool etílico, ácidos orgânicos e inorgânicos, que são produzidos ao término dos dez dias, o pH foi de 3,4. O mosto de caju, de laranja e de jabuticaba apresentaram pH dentro da faixa mencionada, de 3,5 (ARRUDA *et al.*, 2007), 3,3 (CORAZZA *et al.*, 2001), 3,42 (CHIARELLI *et al.*, 2005) respectivamente.

Já a acidez do mosto é um elemento de proteção contra contaminações durante o processo de vinificação (CHIARELLI *et al.*, 2005; ROSIER, 1995). Segundo a legislação brasileira, a acidez máxima permitida para vinhos de mesa é de 130 meq/L, ou seja, a do mosto obrigatoriamente deve ser menor que este valor, uma vez que, durante as próximas etapas de fermentação, a acidez ainda aumenta levemente (BRASIL, 1988). O mosto de yacon, ao final do período de fermentação vigorosa, apresentou uma acidez de 66,6 meq/L estando dentro da legislação e de acordo com alguns outros trabalhos como mosto de laranja, que apresentou cerca de 89 meq/L (CORAZZA *et al.*, 2001), estando todos dentro dos padrões de qualidade para fabricação de fermentados.

O teor de sólidos solúveis auxilia na indicação, aproximada, de consumo dos açúcares no mosto, uma vez que seu consumo pelas leveduras produz o teor de etanol desejado no fermentado (CORAZZA *et al.*, 2001). O mosto de yacon iniciou-se com 26° Brix e a etapa vigorosa chegou ao fim com a sua estabilização em 10,9° Brix. O teor final de sólidos solúveis varia para cada fermentado de fruta, uma vez que depende do teor inicial, da quantidade de levedura e da temperatura do meio.

Após a estabilização do teor de sólidos solúveis e, conseqüentemente, o fim da etapa vigorosa, o fermentado foi trasfegado para galões de polietileno de alta densidade (PEAD) para o início da etapa de fermentação lenta.

FERMENTAÇÃO LENTA

A fermentação lenta ocorreu em três etapas, cada uma com duração de trinta dias. Segundo a literatura, a duração dessa etapa é variável, alguns pesquisadores apresentam essa etapa em poucos dias (ARAÚJO *et al.*, 2011; ARRUDA *et al.*, 2007; CORAZZA *et al.*, 2001) e outros “apuram” o fermentado por alguns meses (DIAS *et al.*, 2007; MOHANTY *et al.*, 2005).

A grande diferença na realização dessa etapa por mais de trinta dias é para que ocorra a fermentação malolática, ou seja, a transformação do ácido málico em ácido láctico e gás carbônico, essa reação ocorre através das bactérias lácticas geradas durante a fermentação vigorosa. O diferencial dessa etapa para a qualidade final do fermentado é que além de estabilizar quimicamente, ainda melhora sua cor, odor e gosto (MILLER, FRANZ, 2011).

A cada trinta dias, análises químicas foram realizadas para o controle fermentativo. Dentre os atributos analisados (densidade, taninos, acidez total titulável, acidez volátil, cinzas e açúcares redutores) apenas a acidez total obteve

diferença significativa em relação ao tempo analisado (Tabela 2). Segundo Rosier *et al.*, (1995), durante a fermentação malolática, a acidez tende a diminuir para melhor estabilidade do fermentado, o que confirma o que ocorreu no presente trabalho. Durante os noventa dias, a acidez total diminuiu, sendo que entre todas as análises realizadas, a acidez (meq/L) foi a única característica que ao longo da etapa de fermentação lenta apresentou diferença estatística ($p < 0,05$), demonstrando o efeito da fermentação malolática no mosto.

Mesmo com redução da acidez total, ao longo dos três meses, os resultados encontrados estão dentro da legislação brasileira, que estabelece um mínimo de 55 meq/L e um máximo de 130 meq/L. A acidez total é um fator importante para a qualidade final de um fermentado. Algumas pesquisas, além do presente trabalho, ao final da fermentação lenta mostraram valores dentro do preconizado pela legislação, como o fermentado de caju que apresentou 80,6 meq/L (MOHANTY *et al.*, 2005) e o fermentado de cacau com 98,5 meq/L (DIAS *et al.*, 2007).

Porém, algumas outras pesquisas não conseguiram produzir fermentados dentro dos padrões exigidos pela legislação. O fermentado de banana (ARRUDA *et al.*, 2007) não atingiu o mínimo exigido (42,33 meq/L). Já o fermentado de jabuticaba (CHIARELLI *et al.*, 2005) ultrapassou o máximo permitido (220 meq/L).

Tabela 2. Análise de acidez durante o monitoramento químico (90 dias) da fermentação lenta.

Análise	Tempo fermentação lenta		
	Primeiro mês	Segundo mês	Terceiro mês
Acidez total (meq/L)	79,09 ^b	75,35 ^a	77,84 ^a
Acidez volátil (meq/L)	0,10 ^a	0,13 ^a	0,27 ^a
Cinzas (g/L)	2,49 ^a	2,65 ^a	2,13 ^a
Açúcares redutores (%)	3,63 ^a	3,30 ^a	3,37 ^a
Compostos Fenólicos (%)	0,082 ^a	0,068 ^a	0,063 ^a
Densidade a 20 °C (g/mL)	1,01 ^a	1,009 ^a	1,008 ^a

Nota: *médias seguidas da mesma letra na mesma linha não diferem estatisticamente entre si, segundo teste de Friedman ($p < 0,05$).

Outro fator importante para a determinação da qualidade final é a acidez volátil, que indica a presença de ácido acético, indesejável para fermentados alcoólicos, uma vez que, além de modificarem o sabor e o aroma do mesmo, indicam contaminação por bactérias acéticas (SANTOS *et al.*, 2005).

A legislação brasileira exige o padrão máximo de acidez volátil de 20 meq/L, pois quantidades superiores indicam que o contato com o oxigênio foi maior que o desejado para se produzir uma bebida alcoólica (fermentação anaeróbia) (FELLOWS, 2008). Arruda *et al.*, (2007) afirmam que quanto maior a temperatura durante as etapas de fermentação vigorosa e lenta, maior o teor da acidez volátil.

O presente trabalho conseguiu baixo valor neste parâmetro, 0,16 meq/L, o que demonstra um ótimo processo tecnológico, ou seja, uma boa manutenção das condições anaeróbias.

Outro fator importante para um fermentado alcoólico são os taninos, compostos fenólicos adstringentes que auxiliam na viscosidade dos fermentados (ARRUDA *et al.*, 2007). O presente trabalho conseguiu uma pequena quantidade desse constituinte, de 0,07%, até porque a quantidade de taninos não é uma característica do yacon. Segundo Butler & Rivera (2004), os taninos no yacon encontram-se em sua maior parte na casca, a qual não foi utilizada na elaboração do fermentado.

Arruda *et al.*, (2007) utilizaram banana madura para realização do fermentado e observaram valores de 0,015%. Mohanty *et al.*, (2005) produziram fermentado de caju e constataram valor mais baixo, de 0,0019%, que pode ser influenciado pelo estágio de maturação da fruta utilizada

A legislação brasileira impõe para os vinhos de frutas o mesmo para o vinho de uva, com teor alcoólico de 10 à 13% v/v, os quais são classificados como vinhos de mesa, parâmetro esse intimamente ligado à quantidade de açúcar inicial e final. Ou seja, quanto maior a quantidade de açúcar final, menor será o teor alcoólico, uma vez que o açúcar inicial é o componente transformado em álcool pelas leveduras (ARRUDA *et al.*, 2007). O presente trabalho, ao final da fermentação lenta, obteve 13% v/v de graduação alcoólica, ficando dentro do parâmetro “vinho de mesa”.

O teor de açúcar ainda classifica os fermentados em seco (máx. 5 g/L), semi-seco (mín. 5,1 g/L e máx. 20 g/L) e doce ou suave (mín. 20,1 g/L) (Brasil, 1988). No presente estudo, ao final da etapa lenta, conseguiu um fermentado doce, com conteúdo de açúcares redutores de 3,37% ou 33,7 g/L. Resultado semelhante ao encontrado no presente trabalho foi observado para o fermentado de caju (ARAÚJO *et al.*, 2011), com 33,09 g/L de açúcares redutores. Já outros fermentados não foram encontrados resíduos de açúcares, como de cacau (DIAS *et al.*, 2007), caracterizando, assim, fermentados do tipo seco.

Já para os valores de densidade, vinhos considerados doces, ou seja, com maiores teores de açúcar, apresentam valores maiores que 1 g/mL (MOUCHREK FILHO *et al.*, 2002), o que está de acordo com o presente trabalho, uma vez que o fermentado de yacon apresentou alto teor de açúcares e densidade maior que 1 g/mL.

CONCLUSÕES

Dessa forma, o objetivo desse trabalho foi alcançado, uma vez que, todos os parâmetros exigidos pela legislação brasileira foram atendidos ao final das etapas de fermentação. Mesmo com a redução significativa da acidez (etapa lenta), esse parâmetro manteve-se dentro da legislação e do desejável.

Além disso, o fermentado alcoólico de yacon apresentou características semelhantes a outros fermentados de frutas produzidos e já comercializados como o de jabuticaba, de caju, e laranja. Com isso, a produção de um fermentado alcoólico de yacon pode ser uma alternativa para pequenos agricultores e pequenas indústrias.

O monitoramento dos parâmetros de controle e de qualidade nas etapas de fermentação vigorosa e lenta é de extrema importância, considerando que se todas as etapas e parâmetros descritos na literatura forem seguidos, ao final se obtém um fermentado alcoólico de qualidade e com todos os parâmetros químicos exigidos pela legislação de bebidas.

Yacon (*Smallanthus sonchifolius*) fermented beverage: process parameters

ABSTRACT

The yacon is considered a functional food because of fructooligosaccharides content, is highly perishable, lowering power of consumption. With the growth in the alcoholic beverage market, fermented of yacon would be a promising alternative. Thus, the objective of this study was developed fermented of yacon and monitors it during the drafting process. Yacon roots were treated and submitted to fermentation and was monitored (temperature, pH, total acidity and soluble solids content) for 10 days (rapid fermentation). Subsequently was monitored (density, ash, and total volatile acidity, tannins and reducing sugars) for 90 days, all slow fermentation. The parameters evaluated showed up under Brazilian law through all the steps, and the only requirement that varied significantly was total acidity. Hence, it is able to produce a fermented alcoholic from the yacon within the law standards.

KEYWORDS: fructooligosaccharides; *Saccharomyces cerevisiae*; yacon; alcoholic fermentated.

REFERÊNCIAS

A.O.A.C. Association of official analytical chemistry. **Official methods of Analysis**. 18. ed. Washington: AOAC, 2006. 1095 p.

ARAÚJO, S. M.; SILVA, C. F.; MOREIRA, J. J. S.; NARAIN, N.; SOUZA, R. R. Biotechnological process for obtaining new fermented products from cashew apple fruit by *Saccharomyces cerevisiae* strains. **Journal of Industrial Microbiology and Biotechnology**, v. 38, n. 9, p. 1161-1169, 2011.

ARRUDA, A. R.; CASIMIRO, A. R.S; GARRUTI, D. S.; ABREU, F. A. P. Caracterização físico-química e avaliação sensorial de bebida fermentada alcoólica de banana. **Revista Ciência Agronômica**, v. 38, n. 4, p. 377-384, 2007.

ASQUIERI, E.R.; RABÊLO, A. M. S.; SILVA, A. G. M. Fermentado de jaca: estudo das características físico-químicas e sensoriais. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 28, n. 4, p. 881-887, 2008.

BRASIL. Leis, Decretos. Portaria n.º 229 - Padrões de Identidade e Qualidade do Vinho. **Ministério da Agricultura e do Abastecimento**, Brasília, 25 de outubro de 1988.

BUTLER, G.; RIVERA, D. Innovations in peeling technology for yacon. **Lima: International Potato Center**. 2004, Disponível em : <http://www.cipotato.org/artc/cip_crops/2004-1127.pdf> Acesso em: 15 mai. 2013.

CAPECE, A.; ROMANIELLO, R.; SIESTO, G.; ROMANO, P. Diversity of *Saccharomyces cerevisiae* yeasts associated to spontaneously fermenting grapes from an Italian "heroic vine-growing area". **Food Microbiology**, v. 31, n.2, p. 159-166, 2012.

CHIARELLI, R. H.; NOGUEIRA, A. M.; VENTURINI, W. G. Fermentados de Jaboticaba (*Myrciaria cauliflora* Berg): Processos de Produção, Características Físico-químicas e Rendimento. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 8, n. 215, p. 277-282, 2005.

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.

DIAS, D. R.; SCHWAN, R. F.; FREIRE, E. S.; SERÔDIO, R. S. Elaboration of a fruit wine from cocoa (*Theobroma cacao* L.) pulp. **International Journal of Food Science and Technology**, v. 42, n. 3, p. 319-329, 2007.

DOUGLAS, J. A.; FOLLETT, J. M.; DOUGLAS, M. H.; DEO, B.; SCHEFFER, J. J.; LITTLER, R. A.; MANLEY-HARRIS, M. Effect of environment and time of planting on the production and quality of yacon (*Smallanthus sonchifolius*) storage roots. **New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science**, v. 35, n. 1, p. 37-41, 2007.

DUBOIS, M. K. A.; GILLES, H. J. K.; REBERS, P. A.; SMITH, F. Colorimetric method for determination of sugars and related substances. **Analytical Chemistry**, v. 28, n.3, p. 350-355, 1956.

FELLOWS, P. J. Tecnologia das Fermentações e Enzimas. In: FELLOWS, P. J. **Tecnologia do Processamento de Alimentos**. 2 ed. Porto Alegre: Editora Artmed, 2008. cap7, p 183-204.

GALANAKIS, C. M.; KORDULIS, C.; KANELLAKI, M.; KOUTINAS, A.; BEKATOROU, A.; LYCOURGHIOTIS, A. Effect of pressure and temperature on alcoholic fermentation by *Saccharomyces cerevisiae* immobilized on c-alumina pellets. **Bioresource Technology**, v. 114, n. 1, p. 492-498, 2012.

JERMYN, M. A. A new method for the determination of ketohexoses in presence of aldohexoses. **Nature**, v. 177, p. 38-39, 1956.

MALDONADO, S.; LUNA, P. P.; MARTINEZ, V.; VILLATARCO, M.; SINGH, J. Produccion y comercializacion de yacon (*Smallanthus sonchifolius*) em comunidades rurales del noroeste argentino. **Agroalimentaria**, v. 13, n. 26, p. 119-125, 2008.

MANRIQUE, I.; PARRAGA, A.; HERMANN, M. **Jarabe de Yacon. Principios y Procesamiento**. 1 ed. Lima: Centro Internacional de la Papa – CIP; 2005. 40p.

MILLER, G. L. Use of dinitrosalicylic acid reagent for determination of reducing sugar. **Analytical Chemistry**, v. 31, n. 4, p. 426-428, 1959.

MILLER, B. J.; FRANZ, C. M. A. Expression of the Malolactic Enzyme Gene (mle) from *Lactobacillus plantarum* Under Winemaking Conditions. **Current Microbiology**, v. 62, n. 5, p. 1682-1688, 2011.

MOHANTY, S.; RAY, P.; SWAIN, M. R.; RAY, R. C. Fermentation of cashew (*Anacardium occidentale* L.) "apple" into wine. **Journal of Food Processing and Preservation**, v. 30, n. 3, p. 314-326, 2005.

MOUCHREK FILHO, V. E.; SANTOS, A. A.; FILHO, J. E.; NASCIMENTO, A. R.; MARINHO, S. C.; MENDES, J. C.; LOPES, N. A.; JÚNIOR, A. V.; MARTINS, A. V. Produção, processamento e análise bromatológica do vinho obtido do caju. **Cadernos de Pesquisa**, v. 13, n. 1, p. 46-59, 2002.

OLIVEIRA, M. A.; NISHIMOTO, E. K. Caracterização e quantificação dos carboidratos de reservas das raízes de yacon mantidas sob condições ambientais e refrigeração. **Revista raízes e amidos tropicais**, v. 1, p. 30-39, 2005.

OSORIO-CADAVID, E; CHAVES-LOPEZ, C; TOFALO, R.; PAPARELLA, A; SUZZI, G. Detection and identification of wild yeasts in Champús, a fermented Colombian maize beverage. **Food Microbiology**, v.28, n. 6, p. 771-777, 2008.

ROSIER, J. P. **Manual de elaboração de fermentado para pequenas cantinas**. 2. ed. Florianópolis: Editora EPAGRI, 1995. 72p.

SANTANA, I.; CARDOSO, M. H. Raiz tuberosa de yacon (*Smallanthus sonchifolius*): potencialidade de cultivo, aspectos tecnológicos e nutricionais. **Ciência Rural**, v. 38, n. 3, p. 898-905, 2008.

SANTO, D. E.; GALEGO, L.; GONÇALVES, T.; QUINTAS, C. Yeast diversity in the Mediterranean strawberry tree (*Arbutus unedo* L.) fruits fermentations. **Food Research International**, v. 47, n. 1, p. 45-50, 2012.

SANTOS, S. C.; ALMEIDA, S. S.; TOLEDO, A. L.; SANTANA, J. C.; SOUZA, R. R. Elaboração e Análise Sensorial do Fermentado de Acerola (*Malpighia puniceifolia* L.), **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 5, n. 1, p. 47-50, 2005.

SCHER, C. F; RIOS, A.; NORENA, C. P. Hot air drying of yacon (*Smallanthus sonchifolius*) and its effect on sugar concentrations. **International Journal of Food Science and Technology**, v. 44, n. 11, p. 2169-2175, 2009.

SEMINARIO, J.; VALDERRAMA, M.; MANRIQUE, I. El yacon: Fundamentos para el aprovechamiento de un recurso promisorio. **Centro Internacional de la Papa (CIP)**, v. 20, n. 1, p. 24-25, 2003.

SILVA, R. N.; MONTEIRO, V. N.; ALCANFOR, J. X.; ASSIS, E. M.; ASQUIERI, E. R. Comparação de métodos para a determinação de açúcares redutores e totais em mel. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 23, n. 3, p. 337-341, 2003.

ZIELISKI, H.; KOZOWSKA, H. Antioxidant activity and total phenolics in selected cereal grains and their different morphological fractions. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 48, n. 6, p. 2008-2016, 2000.

Recebido: 09 mar. 2017.

Aprovado: 18 fev. 2020.

DOI: 10.3895/rebrapa.v10n1.5662

Como citar:

BRANDÃO, C. C.; ASQUIERI, E. R.; DAMIANI, C. Bebida fermentada de yacon (*Smallanthus sonchifolius*): parâmetros do processo fermentativo. **Brazilian Journal of Food Research**, Campo Mourão, v. 10, n. 1, p. 32-46, jan./mar. 2019. Disponível em: <https://periodicos.utfpr.edu.br/rebrapa>

Correspondência:

Camila Cheker Brandão
Universidade Federal de Goiás, Goiânia, Brasil.

Direito autoral: Este artigo está licenciado sob os termos da Licença Creative Commons-Atribuição 4.0 Internacional.

