QUALIDADE QUÍMICA E SENSORIAL DE CACHAÇAS PRODUZIDAS COM QUATRO LINHAGENS DE *Saccharomyces cerevisiae* (FLOCULANTES, NÃO-PRODUTORAS DE H_2S E DE REFERÊNCIA)

CAROL LÍLIAM COELHO SILVA *
CARLOS AUGUSTO ROSA **
AMAZILE BIAGIONI RIBEIRO DE ABREU MAIA ***
EVELYN SOUZA OLIVEIRA ****

Foram produzidas em escala de laboratório quatro cachaças utilizando-se diferentes linhagens de leveduras *S. cerevisiae*, sendo duas floculantes (UFMGA 1240 UFMGA 1799), uma não-produtora de H_2S (UFMGA 1207) e uma linhagem de referência (UFMGA 905). Destilou-se o caldo-de-cana fermentado (vinho) em alambique de cobre com capacidade útil de 5 litros. A temperatura e a velocidade da destilação foram padronizadas, bem como a separação da fração cabeça (10% do volume de cachaça). Nas cachaças foram realizadas as seguintes determinações analíticas: aldeído em aldeído acético, ésteres em acetato de etila, acidez total, volátil e fixa, alcóois superiores (propanol, isobutanol e álcool isoamílico) e grau alcoólico. Todos os compostos das cachaças enquadraram-se nos limites estabelecidos pela legislação brasileira, com exceção dos alcóois superiores na cachaça obtida com a linhagem UFMGA 1207. Entre os compostos secundários determinados nas cachaças, o propanol apresentou correlação positiva ($p \leq 0,05$) com os resultados da análise sensorial para sabor, aroma e impressão global. Todas as cachaças apresentaram boa aceitação pelos julgadores, com a maioria das notas acima do conceito "gostei ligeiramente" (6). As cachaças avaliadas não diferiram ($p \leq 0,05$) em relação aos atributos de sabor e impressão global.

PALAVRAS-CHAVE: CACHAÇA; *Saccharomyces cerevisiae*; ANÁLISE SENSORIAL; LEVEDURAS FLOCULANTES.

* Mestre em Ciência de Alimentos, Departamento de Alimentos, Faculdade de Farmácia, Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), MG,Brasil (e-mail:carolliliam@ibest.com.br).

** Professor Adjunto, Departamento de Microbiologia, Instituto de Ciências Biológicas, UFMG, Belo Horizonte, MG, Brasil.

*** Doutora em Bioquímica, Pesquisadora, LABM Pesquisa e Consultoria, Belo Horizonte, MG.

**** Professora Adjunto, Departamento de Alimentos, Faculdade de Farmácia, UFMG, Belo Horizonte, MG, Brasil (e-mail: evelyn @farmacia.ufmg.br).

1 INTRODUÇÃO

A cachaça, bebida tipicamente brasileira, vem conquistando parcela crescente do mercado internacional de bebidas destiladas por ser considerada exótica e de sabor especial. MUTTON e MUTTON (2005) afirmam que embora os volumes de produção alcançem de 1,5 bilhão de litros/ano, os valores da Carteira de Comércio Exterior do Banco do Brasil (CACEX) demonstram que a exportação não passou de 0,2% do total produzido em 1990. Apesar da sua tradição e importância, a indústria de aguardentes seguiu até a década de 90 na direção do aumento de produção sem se preocupar com a qualidade final do produto. A partir de 1990, vários segmentos ligados à produção da aguardente se manifestaram pela necessidade de medidas que viessem possibilitar o salto de qualidade da bebida. Como resultado, as exportações alcançaram cerca de 14,8 milhões de litros em 2002. A projeção de exportação de 40 milhões de litros para 2010 representa evolução das possibilidades de se conquistar o mercado externo pela melhoria da sua qualidade. A produção de cachaça de alambique tem merecido destaque na economia do estado de Minas Gerais, que conta com 8.466 destilarias cadastradas. A produção de cerca de 160 milhões de litros/ano (safra – maio a dezembro) gerou cerca de 240 mil empregos diretos e indiretos (SEBRAE-MG, 2001).

Vários fatores interferem na qualidade das bebidas alcoólicas destiladas como, a matéria-prima, a fermentação, a destilação e o envelhecimento. No entanto, considerando que a maioria dos compostos responsáveis pelo sabor é formada durante a fermentação, as leveduras e as condições de fermentação são apontadas como os fatores que mais influenciam as características organoléticas da cachaça (SUOMALAINEN e LEHTONEN 1979; LEHTONEN e JOUNELA-ERIKSSON, 1983).

A qualidade da cachaça no Brasil é determinada pelo Decreto Federal n. 4072, de 03/01/2002, e pela Instrução Normativa n.13 de 30/06/2005 do Ministério da Agricultura. Os padrões de identidade e qualidade estabelecem que o teor alcoólico deve estar entre 38 a 48% v/v a 20 ºC e a soma do coeficiente de congêneres (componentes voláteis "não-álcool") não poderá ser inferior a 200 mg/100 mL e superior a 650 mg/100 mL de álcool anidro, fixando teores máximos de 150 para acidez volátil (expresso em ácido acético); 200 para ésteres (expresso

em acetato de etila); 30 em aldeídos totais (expresso em aldeído acético), 5 para a soma de furfural e hidroximetilfurfural e 360 para alcóois superiores, todos expressos em mg/100mL de álcool anidro. Ainda pela legislação, a qualidade da cachaça está relacionada com os teores dos contaminantes: álcool metílico (máximo de 20,0 mg/100 mL de álcool anidro) e cobre (máximo de 5 mg/L) (BRASIL, 2002 e 2005).

Qualitativamente, os principais componentes do sabor da cachaça são os mesmos encontrados nas demais bebidas alcoólicas (OLIVEIRA 2001). Os testes sensoriais são incluídos como garantia de qualidade e identidade do produto na indústria de alimentos e bebidas por representarem medida multidimensional integrada com importantes vantagens. Tais testes permitem identificar a presença ou ausência de diferenças perceptíveis, definir características sensoriais importantes dos produtos de forma rápida, detectar particularidades que não podem ser detectadas por outros procedimentos analíticos e, ainda, avaliar a aceitação dos produtos (MUÑOZ, CIVILLE e CARR,1992). As análises sensoriais são indispensáveis na maior parte dos experimentos com alimentos e bebidas porque respondem importantes questões sobre sabor, odor, aparência, textura, aceitação e outros fatores de qualidade que não podem ser obtidos por outros métodos (CETEC, 1989). De acordo com LAING e JINKS (1996), o sabor é definido como o conjunto de sensações provocadas por estímulos de um produto na cavidade bucal. Compreendem os odores, causados pelas substâncias voláteis (via retronasal), os gostos, provocados pelas substâncias solúveis na boca, e os fatores de sensibilidade química, estimulantes das terminações nervosas das cavidades oral e nasal (pungência, frescor, irritação).

O presente trabalho teve como objetivo comparar por meio de análises químicas e sensoriais, cachaças obtidas pela fermentação com diferentes linhagens de *S. cerevisiae* selecionadas quanto a capacidade de floculação, não-produção de H_2S e potencial fermentativo.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 MICRORGANISMOS

Foram produzidas 4 cachaças com linhagens de leveduras *Saccharomyces cerevisiae* isoladas de fermentações em fábricas de cachaça de Alambique, localizadas no estado de Minas Gerais. Essas linhagens foram selecionadas quanto a capacidade de floculação,

não-produção de H_2S e potencial fermentativo (SILVA, OLIVEIRA e ROSA, 2006). A linhagem UFMGA 1240 apresentou maior capacidade de floculação, os maiores valores de rendimento em etanol e de fator de conversão de substrato em etanol ($Y_{p/s}$). A linhagem UFMGA 1799 evidenciou o maior valor de produtividade em etanol e a linhagem UFMGA 1207 foi selecionada por não produzir sulfeto de hidrogênio e apresentar o menor fator de conversão de substrato em ácido acético ($Y_{ac/s}$). A linhagem UFMG A905 foi utilizada como referência em razão de características fermentativas desejáveis para a produção de cachaça (OLIVEIRA et al., 2003).

Todas as linhagens foram identificadas por metodologia padrão mediante testes morfológicos, fisiológicos e bioquímicos (KURTZMAN e FELL, 1998).

2.1.1 Manutenção das culturas

Todas as linhagens foram mantidas em meio ágar glicose 2%, extrato de levedura 0,5%, extrato de malte 1%, Na_2HPO_4 0,2% e ágar 2% (GYMP). Para ativação das linhagens, as mesmas foram inoculadas em placas contendo meio ágar caldo-de-cana 10%, extrato de levedura 0,1%, ágar 2% e cloranfenicol 0,01% (SCY) e incubadas por 24-48h.

2.1.2 Propagação das culturas

Realizou-se a propagação das culturas em caldo-de-cana, proveniente do mesmo fornecedor, mediante transferências sucessivas até se obter volume suficiente de inóculo para conduzir as fermentações. Os cálculos foram efetuados para se inocular uma dorna com volume útil (VUD) de 7 litros.

2.1.2.1 Pré-inóculo

Transferiu-se, assepticamente, com alça de platina uma porção da cultura desenvolvida por 24-48h em placas com meio SCY para frascos erlenmeyer com capacidade de 250 mL. Os frascos continham 50 mL de água destilada, 50 mL de caldo-de-cana, 1 g de glicose e 1 g de extrato de levedura, os quais foram previamente esterilizados em autoclave (121ºC/15 min) e incubados em agitador horizontal (modelo MA-830), a 150 rpm, temperatura de 32 ±1ºC, durante 24 horas (GOMES, 2002).

2.1.2.2 Inóculo

Após 24 horas de cultivo transferiu-se (assepticamente) o conteúdo dos frascos erlenmeyer para balões de 2 L de capacidade, contendo 625 mL de água destilada, 375 mL de caldo-de-cana, 3 g de glicose e 3 g de extrato de levedura previamente esterilizados a 121ºC/15 min (GOMES, 2002).

2.2 PRODUÇÃO DAS CACHAÇAS

2.2.1 Fermentação

As fermentações foram conduzidas em dornas de aço inox com capacidade útil de 20 L. Após 24 horas, adicionou-se o conteúdo do balão (inóculo) na dorna de fermentação e completou-se o volume para 3,5 L (metade do VUD) com caldo-de-cana a fim de se obter mosto a 10ºBrix. Após 24 horas, completou-se a outra metade da dorna (3,5 L) com caldo-de-cana a 15ºBrix. O final da fermentação foi determinado pela estabilização da leitura do ºBrix. Efetuou-se acompanhamento da acidez total, expressa em ácido acético, para detectar possível contaminação do mosto durante a fermentação. Os experimentos com cada uma das linhagens foram realizados em triplicata.

2.2.2 Destilação

Após o término da fermentação, o vinho de cana foi destilado em alambique de cobre com capacidade útil de 5 L. A fração denominada “coração,” que corresponde à cachaça, foi separada das frações denominadas “cabeça” e “cauda” e cada uma delas correspondeu a 10% do volume de cachaça obtido. A fração coração foi coletada até se obter grau alcoólico de 38% v/v a 20 ºC. As cachaças foram armazenadas em garrafas de vidro transparente com tampas metálicas, vedadas com “parafilm”, e colocadas em lugar arejado, na ausência de luz direta e em temperatura ambiente. Para a realização das análises sensoriais e químicas efetuou-se um “pool” da fração coração das três cachaças obtidas com cada linhagem de levedura.

2.3 ANÁLISES QUÍMICAS

2.3.1 Análises químicas do mosto e do vinho de cana

Os açúcares redutores totais (ART) foram determinados no mosto e no vinho pelo método do ácido 3,5-dinitrossalicílico DNS (MILLER, 1959), após hidrólise com ácido clorídrico. Determinou-se o etanol presente no vinho pelo método espectrofotométrico do dicromato de potássio modificado (ABNT, 1997a) e a acidez por titulometria, com hidróxido de sódio 0,025 N, segundo a ABNT (1997b).

2.3.2 Análises químicas das cachaças

As determinações do grau alcoólico, da acidez titulável total, volátil e fixa e dos ésteres em acetato de etila das cachaças produzidas foram realizadas de acordo com as normas da ABNT (1997a, b). Determinou-se aldeído em ácido acético também de acordo com a ABNT (1998). As determinações dos alcóois superiores (propanol, isobutanol e isoamílico) foram efetuadas em cromatógrafo a gás, Modelo CG-17, equipado com detector de ionização de chama. Usou-se coluna empacotada com 15% Hallcomid M_{18} sobre chromosorb WHP 100 a 120 mesh. As análises foram conduzidas sem diluição, injetor na temperatura de 130-150ºC, detector a 170ºC e coluna a 82ºC, com fluxo do gás de arraste (hidrogênio) de 30 mL/ min e tempo total da corrida de 70 min (LANÇAS, 1993).

2.4 ANÁLISE SENSORIAL

Realizou-se teste afetivo de aceitação das amostras de cachaças em relação aos atributos aroma, sabor e impressão global, mediante escala hedônica de nove pontos (STONE e SIDEL, 1993). Quarenta e cinco provadores avaliaram as amostras em cabines individuais do Laboratório de Análise Sensorial do Departamento de Alimentos da Faculdade de Farmácia da Universidade Federal de Minas Gerais (FAFAR-UFMG). As amostras foram servidas de forma monádica em cálices transparentes formato tulipa, codificados (algarismos de três dígitos) e cobertos com vidros de relógio, retirados no momento do teste. Todas as amostras foram apresentadas em temperatura ambiente.

Os julgadores foram recrutados mediante questionário de seleção, avaliando-se a freqüência de consumo de bebidas alcoólicas (entre as quais a cachaça) e a disponibilidade para a realização do teste. A equipe foi composta por professores, alunos e funcionários da FAFAR-UFMG e cada julgador participou de 4 sessões. Na Figura 1 encontra-se a ficha utilizada pelos julgadores no teste sensorial.

FIGURA 1 - FICHA UTILIZADA NA AVALIAÇÃO DAS CACHAÇAS PRODUZIDAS NO TESTE DE ACEITAÇÃO

Nome:_____ Data: ___/___/___

AMOSTRA: _____

Por favor, aspire e prove a amostra de cachaça, e de acordo com a escala abaixo, indique sua opinião sobre:

___ O Aroma
___ O Sabor
___ A Impressão Global

9 - Gosto muitíssimo
8 - Gosto muito
7 - Gosto moderadamente
6 - Gosto ligeiramente
5 - Indiferente
4 - Desgosto ligeiramente
3 - Desgosto moderadamente
2 - Desgosto muito
1 - Desgosto muitíssimo

Se esta amostra estivesse disponível no mercado, qual seria a sua atitude de compra?

( ) Eu certamente compraria.
( ) Eu provavelmente compraria.
( ) Tenho dúvida se compraria ou não.
( ) Eu provavelmente não compraria.
( ) Eu certamente não compraria.

Comentários: _____
_____
_____

2.5 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância (ANOVA), sendo a comparação entre as médias feita pelo teste de Duncan.

Nas análises de correlação utilizou-se o teste de t ao nível de 5% de probabilidade (PIMENTEL-GOMES, 2000).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores de rendimento em etanol obtidos nas fermentações conduzidas em laboratório com as linhagens UFMGA 905, UFMGA 1240, UFMG A 1799 e UFMGA 1207 foram de 82,5%, 80,2%, 72,5% e 73,6%, respectivamente. A linhagem UFMGA 1240 apresentou o melhor rendimento em etanol dentre as linhagens avaliadas, confirmando os resultados obtidos em fermentações com meio sintético por SILVA,OLIVEIRA e ROSA 2006. CLETTO (1997) realizou fermentações em caldo-de-cana com linhagens *S. cerevisiae* isoladas de fermento de panificação e obteve valores de rendimento em etanol que variaram de 54,20 a 55,25%, muito inferiores aos encontrados no presente trabalho. O mesmo autor conseguiu valores de rendimento em etanol mais altos em fermentações com as mesmas linhagens de leveduras em meio sintético.

As linhagens *S. cerevisiae* estudadas apresentaram correlação positiva ($r = +0,9985$) pelo teste de t ($p \leq 0,05$) entre os rendimentos em etanol com meio sintético (SILVA, OLIVEIRA e ROSA, 2006) e das fermentações realizadas com o caldo-de-cana no presente trabalho. OLIVEIRA et al. (2005a) também verificaram correlação positiva ($r = +0,81$) entre rendimentos em etanol ($p \leq 0,1$) das fermentações (escala piloto) em caldo-de-cana e em meio sintético, validando o uso do meio sintético para caracterização e triagem de linhagens *S. cerevisiae.*

3.1 COMPOSTOS SECUNDÁRIOS NAS CACHAÇAS OBTIDAS

Todos os compostos secundários das cachaças (Tabela 1) enquadraram-se nos limites estabelecidos pela legislação brasileira, com exceção dos alcóois superiores na cachaça obtida com a linhagem UFMGA 1207 (450 mg/ 100 mL a.a.). GUYMON (1972) atribuiu a percepção de “corpo e profundidade” em uísques e conhaques aos alcóois superiores. Entretanto, SOUZA e LLISTO (1978) afirmaram que quantidades elevadas de alcóois superiores diminuem o valor comercial e a qualidade das cachaças.

De acordo com MAIA (1994) os alcóois superiores, ésteres e ácidos (incluindo o ácido acético, que é considerado volátil) podem ser direcionados para o destilado de cauda mediante controle da destilação. Assim, os compostos mais adequados para a qualidade sensorial da bebida ficam na fração coração.

A proporção dos alcóois superiores produzidos pelas linhagens estudadas variou de 10,40 a 36,36 mg/ 100 mL a.a. para propanol, de 25,40 a 147,30 mg/ 100 mL a.a. para isobutanol, de 70,90 a 266,60 mg/ 100 mL a.a. para álcool isoamílico e de 110,70 a 263,10 mg/ 100 mL a.a. para alcóois superiores totais. GIUDICI, ZAMBONELLI e KUNKEE (1990) examinaram a capacidade de produção de alcóois superiores em 100 linhagens *S. cerevisiae*. Observaram diferenças significativas na produção dos mesmos nas linhagens testadas e afirmaram que se trata de uma característica individual de cada linhagem.

Dentre os alcóois superiores produzidos pelas leveduras, os principais são os alcóois alifáticos (álcool isoamílico, n-propanol, isobutanol) e os alcóois aromáticos.

Maior teor de propanol foi constatado na cachaça obtida com a linhagem UFMGA 1207 (36,6 mg/ 100 mL a.a.), não-produtora de sulfeto de hidrogênio. De maneira similar, RIBEIRO (1997) encontrou teor de propanol de 72,85 mg/ 100 mL a.a. em cachaça obtida com linhagem não-produtora de H_2S. GIUDICI, ZAMBONELLI e KUNKEE (1993) verificaram estreita relação entre a produção de elevadas quantidades de propanol e a incapacidade das linhagens produzirem sulfeto de hidrogênio.

Como pode ser observado na Tabela 1, todas as linhagens apresentaram valores de acidez volátil abaixo do limite máximo tolerado pela legislação brasileira (150 mg/ 100 mL a.a.). O maior valor de acidez foi encontrado na cachaça obtida com a linhagem UFMGA 1240 (148,8 mg/ 100 mL a.a.) e o menor valor na cachaça proveniente da linhagem UFMGA 1207 (12,1 mg/ 100 mL a.a.). Constatou-se correlação negativa ($r = -0,96$) entre a acidez volátil e os alcóois superiores ($p \leq 0,05$) pelo teste t. Resultado semelhante foi encontrado por VARGAS (1995) ao analisar a qualidade de cachaças produzidas e/ou engarrafadas no estado de Minas Gerais.

TABELA 1 – TEOR ALCOÓLICO (% v/v) E COMPOSTOS SECUNDÁRIOS (mg/ 100 mL ÁLCOOL ANIDRO)NAS CACHAÇAS OBTIDAS COM AS LINHAGENS SELECIONADAS

Linhagens UFMGA	ºGL	AcTot	AcFixa	AcVol	AcEtil	AcTal	Prop	Isob	Isoam	AlcSup	CST
905	40	68,70	3,80	64,90	22,00	12,90	24,60	67,30	171,20	263,10	362,90
1240	39	152,80	4,00	148,80	32,30	16,50	14,40	25,40	70,90	110,70	308,30
1799	40	94,30	8,40	85,90	28,00	23,40	10,40	57,60	124,50	192,50	329,80
1207	39	16,20	4,10	12,10	9,70	19,00	36,60	147,30	266,60	450,40	491,20

AcTot = acidez total; AcFixa = acidez fixa; AcVol = acidez volátil; AcEtil = acetato de etila AcTal = acetaldeído; Prop = propanol; Isob = isobutanol; Isoam = Isoamílico; AlcSup = alcóois superiores; CST = compostos secundários totais.

O ácido acético, que predomina em bebidas fermento-destiladas (cerca de 70%), está também presente em maior proporção nas cachaças. É produzido pela levedura durante a fermentação alcoólica, ou pelas bactérias acéticas e lácticas (NYKANEN e NYKANEN, 1991). O grau de acidez das cachaças constitui fator de qualidade, pois durante sua produção os ácidos reagem com os alcóois presentes e aumentam a formação de ésteres (LIMA, 2001). OLIVEIRA et al., (2005 b) avaliaram a capacidade de formação de compostos voláteis em meio sintético de 30 linhagens de leveduras (24 *S. cerevisiae* e 6 pertencentes a outros gêneros), isoladas de destilarias artesanais de cachaça do estado de Minas Gerais. Utilizando a análise multivariada (análise de agrupamento hierárquico e de componentes principais) verificaram que a capacidade de produção de ácido acético foi a variável de maior impacto na diferenciação das linhagens.

Os ésteres, importantes na qualidade sensorial da cachaça, podem ser detectados em concentrações muito baixas, porém só comprometem o aroma das bebidas em concentrações muito elevadas (HOUGH, 1982). Os valores para ésteres em acetato de etila (9,70 a 32,30 mg/ 100 mL a.a.), embora condizentes com a legislação brasileira são considerados baixos. Tal fato se deve à separação da fração cabeça (10%) na destilação, a qual contêm a maior concentração de ésteres principalmente acetato de etila e outros compostos com baixo ponto de ebulição (como acetaldeído e metanol). OLIVEIRA et al. (2005a) encontraram valores de acetato de etila entre 9,4 a 36,5 mg/ 100 mL a.a. em 10 cachaças produzidas com diferentes linhagens de leveduras.

Segundo COLE e NOBLE (1995), os ésteres contribuem para o aroma frutado no “bouquet” das bebidas alcoólicas. De acordo com SUOMALAINEN (1971), o limite para detecção de odor dos ésteres é baixo e varia entre 0,2 ppm para o acetato de isoamila a 17 ppm para o acetato de etila. Em vinhos, o acetato de etila em concentrações abaixo de 200 mg/L parece apresentar sabor agradável, mas em concentrações maiores está associado com característica de deterioração (AMERINE, BERG e CRUESS, 1972). Segundo LLISTO, SOUZA e MISCHAN (1979), a concentração em alcóois superiores deve acompanhar proporcionalmente a dos ésteres nas cachaças de boa qualidade.

3.2 ANÁLISE SENSORIAL

Os resultados das médias dos atributos sensoriais obtidos no teste de aceitação são mostrados na Tabela 2. As cachaças avaliadas não diferiram ($p \leq 0,05$) em relação aos atributos de sabor e impressão global. A cachaça obtida com a linhagem UFMGA 1240 recebeu as menores notas em todos os atributos avaliados, diferenciando-se significativamente em relação ao aroma das cachaças com as linhagens UFMGA 905 e 1207. Pode-se verificar pela Tabela 2 que a cachaça obtida com essa linhagem apresentou também o maior valor em acidez volátil (148,80 mg/100 mL a.a.), próximo ao limite máximo exigido pela legislação. De acordo com BOZA e HORII (1998), a acidez excessiva influi negativamente na qualidade sensorial da cachaça.

Todas as cachaças obtiveram boa aceitação, com a maioria das notas sempre acima do conceito "gostei ligeiramente" (6). CARDELLO e FARIA (2000) avaliaram 11 cachaças recém-destiladas quanto aos atributos de aroma, sabor e impressão global. As notas médias de 2,42; 2,27 e 2,55, respectivamente, foram atribuídas ao gosto agressivo da cachaça recém-destilada, mostrando-se bastante inferiores aos encontrados neste trabalho. Assim, apesar das cachaças produzidas serem recém-destiladas obtiveram aceitação comparável às de cachaças envelhecidas.

Verificou-se que o propanol, dentre os compostos quantificados, apresentou correlação estatisticamente significativa pelo teste t ($p \leq 0,05$) com os atributos aroma ($r = +0,81$), sabor ($r = +0,81$) e impressão global ($r = +0,73$). OLIVEIRA et al. (2005a), também correlacionaram os resultados dos valores de compostos voláteis e da análise sensorial de 10 cachaças produzidas com diferentes linhagens, observando correlação positiva ($p \leq 0,05$) entre o propanol e os atributos de sabor ($r = +0,76$) e impressão global ($r = +0,81$). Os resultados de ambos os trabalhos são contrários aos relatados por BOZA e HORII (1998), os quais constataram que o teor de propanol influi negativamente na qualidade sensorial das cachaças. ALMEIDA e BARRETO (1971) evidenciaram que a ocorrência de teores muito elevados de propanol (55 a 65 mg/ 100 mL a.a.) exerce influência negativa na qualidade sensorial da cachaça.

TABELA 2 – MÉDIAS DAS NOTAS ATRIBUÍDAS ÀS CACHAÇAS NO TESTE DE ACEITAÇÃO PARA OS ATRIBUTOS AROMA, SABOR E IMPRESSÃO GLOBAL

Linhagens	Aroma	Sabor	Impressão global
UFMGA 905	6,21 [a]	6,98 [a]	6,36 [a]
UFMGA 1240	5,40 [b]	6,62 [a]	5,84 [a]
UFMGA 1799	5,70 [a,b]	6,87 [a]	5,98 [a]
UFMGA 1207*	6,21 [a]	6,82 [a]	6,24 [a]

Médias seguidas pela mesma letra na mesma coluna são significativamente iguais pelo teste de Duncam a 5% de probabilidade.
* levedura não-produtora de H_2S / UFMGA 905 = linhagem de referência.

A linhagem UFMGA 1207 recebeu, juntamente com a linhagem de referência, a maior nota para o atributo aroma e obteve a segunda maior nota para a impressão global. Tal fato pode ser atribuído ao baixo valor de acidez encontrado na cachaça obtida com essa linhagem, ou ao maior teor de propanol pela correlação positiva significativa constatada entre o teor de propanol e os atributos de aroma, sabor e impressão global. ISIQUE, CARDELLO e FARIA (1998) afirmaram que a presença de compostos sulfurados nas cachaças representa sem dúvida efeito negativo na sua qualidade sensorial.

4 CONCLUSÃO

As cachaças produzidas apresentaram variações nos teores dos principais compostos secundários, que não resultaram em diferenças perceptíveis em relação aos atributos de sabor e impressão global. A cachaça obtida com a linhagem UFMGA 1207, não-produtora de H2S, evidenciou melhores características sensoriais de aroma e impressão global do que as linhagens UFMG 1240 e UFMG 1799. A cachaça produzida com a linhagem floculante UFMGA 1240 obteve as menores médias em todos os atributos, provavelmente devido ao alto teor de ácido acético.

Todos os compostos secundários das cachaças enquadraram-se no limite estabelecido pela legislação, com exceção dos alcóois

superiores da cachaça obtida com a linhagem UFMGA 1207. Dentre os compostos secundários quantificados nas cachaças, o n-propanol apresentou correlação positiva (estatisticamente significativa) com os atributos aroma, sabor e impressão global.

Todas as cachaças alcançaram boa aceitação com a maioria das notas sempre acima do conceito "gostei ligeiramente".

Abstract

CHEMICAL AND SENSORIAL QUALITY OF CACHAÇAS PRODUCED WITH FOUR STRAINS OF Saccharomyces cerevisiae (FLOCCULANTS, NOT PRODUCERS OF H_2S AND REFERENCE STRAINS)

Four cachaças were produced in laboratory scale using different strains of *S. cerevisiae*, being two flocculants (UFMGA 1240 UFMGA 1799), one not producer of H_2S (UFMGA 1207) and a reference strain (UFMGA 905). The fermented cane broth (wine) was distilled in copper still with total capacity of 5 liters. The temperature and the speed of the distillation were standardized, as well as the separation of the top fraction, (10% of the cachaça volume). Analytical determinations performed in the cachaças were: aldehydes in acetic aldehyde, esters in ethyl acetate, total, volatile and fix acidity, higher alcohols, (n-propanol, isobutanol, alcohol isoamylic) and alcoholic degree. The cachaças presented all the secondary compounds within the limits established by the Brazilian law, except for the cachaça obtained using strain UFMGA 1207, in relation to higher alcohols. Among the secondary compounds determined in the cachaça, n-propanol presented positive correlation ($p \leq 0,05$) with the sensorial analysis for flavor, aroma and global impression. All the cachaças presented good acceptance by the panelists, with most of the grades always above the concept "lightly liked". The cachaças assessed did'nt showed differences ($p=0,05$) in relation of the attributes of flavor and global impression.

KEY-WORDS: CACHAÇA; Saccharomyces. cerevisiae; SENSORIAL ANALYSIS; YEAST, FLOCCULANT YEAST.

REFERÊNCIAS

1 ALMEIDA, M.E.W.; BARRETO, H.H.C. Alcóois superiores em cachaças de cana por cromatografia gasosa. **Revista Instituto Adolfo Lutz**, v.31, p. 117-123, 1971.

2 AMERINE, M.A.; BERG, H.W.; CRUESS, W.V. **The technology of wine making**. 3rd ed. Westport: Avi, 1972. p. 600-644.

3 ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR13856:** *a*cidez titulável total, volátil total e fixa. São Paulo, 1997a.

4 ------.------. **NBR 14053:** determinação de aldeídos. São Paulo, 1998.

5 ------.------. **NBR 13857:** determinação de ésteres. São Paulo, 1997b.

6 ------. ------. **NBR 13920:** determinação do teor alcoólico. São Paulo, 1997c .

7 BOZA, Y.E.A.G; HORII, J. Influência da destilação sobre a composição e a qualidade sensorial da cachaça de cana-de-açúcar. **Ciência e Tecnologia Alimentos**, v. 18, p. 391-396, 1998.

8 BRASIL. Ministério da Agricultura. Decreto n. 4072 de 3 de janeiro de 2002. Dispõe sobre a padronização, a classificação, o registro, a inspeção, a produção e a fiscalização de bebidas. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, 3 janeiro, 2002.

9 BRASIL. Ministério da Agricultura. Instrução Normativa n. 13, de 29 de junho de 2005. Aprova o regulamento técnico para fixação dos padrões de identidade e qualidade para aguardente de cana e para cachaça. **Diário oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, 30 junho, 2005.

10 CARDELLO, H.M.A.B.; FARIA, J.B. Análise da aceitação de cachaças de cana por testes afetivos e mapa de preferência interno. **Ciência e Tecnologia Alimentos,** v. 20, p. 32-36, 2000.

11 CETEC. Centro Tecnológico de Minas Gerais. **Relatório do projeto de análise sensorial de alimentos.** Belo Horizonte, 1989. v.1.

12 CLETTO, F.V.G. **Influência da adição de ácido sulfúrico e fubá de milho no processo fermentativo, rendimento e composição da cachaça de cana.** Jaboticabal, 1997. 109 p. (Dissertação, Mestrado em Agronomia), Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias da Universidade Estadual Paulista.

13 COLE, V.C.; NOBLE, A.C. Flavor chemistry and assessment. In:

LEA, A.G.H.; PIGGOTT, J.R. **Fermented beverage production**. London: Blackie Academic & Professional, 1995. p. 361-385.

14 GIUDICI, P.; ZAMBONELLI, C.; KUNKEE, R.E. Increased production of n-propanol in wine by yeast strains having an impaired ability to form hydrogen sulfide. **American Journal Enology Vitis**, v. 44, p. 17-21, 1993.

15 GOMES, F.C.O. **Estudo comparativo de duas linhagens de Saccharomyces cerevisiae como iniciadoras de fermentação para a produção de cachaça artesanal.** Belo Horizonte, 2002. 85 p. (Dissertação, Mestrado em Microbiologia), Instituto de Ciências Biológicas da Universidade Federal de Minas Gerais.

16 GUYMON, J.F. Higher alcohols in beverage brandy. **Wines & Vines**, v.1, p. 37-40, 1972.

17 HOUGH, J.S**. Malting and brewing science**. 2nd ed. London: Chapman and Hall, 1982. 913 p.

18 ISIQUE, W.D.; CARDELLO, H.M.A.B.; FARIA, J.B. Teores de enxofre e aceitabilidade de cachaças de cana brasileiras. **Ciência e Tecnologia Alimentos,** São Paulo, v. 18, p. 356-359, 1998.

19 KURTZMAN, C.P.; FELL, J.W. **The yeast**: a taxomic study. Amsterdam: Elsevier, 1998. 1035 p.

20 LAING, D.G.; JINKS, A. Flavour perception mechanisms. **Food Science and Technology,** v. 7, n. 12, p.387-389, 1996.

21 LANÇAS, F.M. **Cromatografia em fase gasosa.** São Carlos: Acta, 1993. 240 p.

22 LEHTONEN, M.; JOUNELA-ERIKSSON, P. Volatile and non-volatile compounds in the flavour of alcoholic beverages. In: PIGGOTT, J.R. **Flavour of distilled beverages:** origin and development. Florida: Verlag Chemie International, 1983. p. 64-78.

23 LIMA, U.A. **Biotecnologia:** biotecnologia na produção de alimentos. São Paulo: Edgard Blücher, 2001. p. 145-207.

24 LLISTO, A.M.S.M.; SOUZA, L.G.; MISCHAN, M.M. Alguns componentes do coeficiente não-álcool das cachaças de cana: ésteres. **Brasil Açucareiro**, v. 92, p. 341-346, 1979.

25 MAIA, A. B. R. **Componentes voláteis da cachaça.** Piracicaba: Sociedade Tecnologia Álcool e Bebidas, 1994. v. 12, p. 29-34.

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

27 MUÑOZ, A.M.; CIVILLE, G.V.; CARR, B.T. **Sensory evaluation in quality control**. New York: Van Nostrand Reinhold, 1992. 240 p.

28 MUTTON, M.J.R.; MUTTON, M.A. Aguardente. In: FILHO, W.G.V. **Tecnologia de bebidas:** matéria-prima, processamento, BPF/ APPCC, legislação, mercado. São Paulo: Edgard Blucher, 2005. p. 485-524.

29 NYKÄNEN, L; NYKÄNEN, I. Distilled beverages. In: MAARSE, H. (Ed.) **Volatile compounds in food and beverages**. New York: Marcell Dekker, 1991. p. 548-580.

30 OLIVEIRA, E.S. **Características fermentativas, formação de compostos voláteis e qualidade da cachaça de cana obtida por linhagens de leveduras isoladas de destilarias artesanais**. Campinas, 2001. 135 p. (Tese, Doutorado em Tecnologia de Alimentos), Faculdade de Engenharia de Alimentos da Universidade de Campinas.

31 OLIVEIRA, E.S.; ROSA, C.A.; MORGANO, M.A.; SERRA, G.E. Fermentation characteristics as criteria for selection of cachaça yeast. **World Journal of Microbiology and Biotechnology,** v. 19, p. 241-243, 2003.

32 OLIVEIRA, E.S.; CARDELLO, H.M.; JERÔNIMO, E.M.; SERRA, G.E. The influence of different yeasts on the fermentation, composition and sensory quality of cachaça. **World Journal of Microbiology and Biotechnology**, v. 21, p. 707-715, 2005a.

33 OLIVEIRA, E.S.; ROSA, C.A.; MORGANO, M.A.; SERRA, G.E. The production of volatile compounds isolated from small Brazilian

cachaça distilleries. World Journal of Microbiology & Biotechnology, **v. 21, p. 1569-1576, 2005b.**

34 PIMENTEL-GOMES, F.P. **Curso de estatística experimental.** 14. ed. Piracicaba: Nobel, 2000. 477 p.

35 RIBEIRO, C. A. F. **Potencialidades de diferentes linhagens de levedura da espécie Saccharomyces cerevisiae na tecnologia de cachaça de cana**. Piracicaba, 1997. 107 p. (Dissertação, Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos), Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, USP.

36 SEBRAE/MG. Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas de Minas Gerais. **Diagnóstico da cachaça de Minas Gerais.** Belo Horizonte, 2001. 259 p.

37 SILVA, C.L.C.; OLIVEIRA, E.S.; ROSA, C.A. Studies on the kinectic parameters for alcoholic fermentation by flocculant *Saccharomyces cerevisiae* strains and non-hydrogen sulfide-producing strains. **World Journal of Microbiology and Biotechnology,** v. 22, p. 857-863, 2006.

38 STONE, H.; SIDEL, J.L. **Sensory evaluation pratices**. 2nd ed. San Diego: Academic Press, 1993. 338 p.

39 SOUZA, L.G.; LLISTO, A.M.S.M. Alguns componentes do coeficiente não-álcool das cachaças de cana, determinação por cromatografia em fase gasosa. **Brasil Açucareiro,** v. 91, p. 13-16, 1978.

40 SUOMALAINEN, H. Yeast and its effect on the flavour of alcoholic beverages. **Journal of the Institute of Brewing**, London, v. 77, p. 164-177, 1971.

41 SUOMALAINEN, H.; LEHTONEN, M. The production of aroma compounds by yeast. **Journal of the Institute of Brewing**, London, v. 85, p. 149-156, 1979.

42 VARGAS, E.A. **Qualidade da cachaça de cana produzida, engarrafada e/ou comercializada em Minas Gerais**. Belo Horizonte, 1995. 81 p. (Dissertação, Mestrado em Ciência de Alimentos), Faculdade de Farmácia da Universidade Federal de Minas Gerais.