

**Envelhecimento do fermentado alcoólico da manga (*Mangifera indica* L.)
variedade “Carlota”****Aging of mango alcoholic fermented (*Mangifera indica* L.) “Carlota” variety**

DOI:10.34117/bjdv6n7-622

Recebimento dos originais: 03/06/2020

Aceitação para publicação: 23/07/2020

Antonio Augusto Oliveira Fonseca

Doutor em Ciências Agrárias pela Universidade Federal do Recôncavo da Bahia

Instituição: Universidade Federal do Recôncavo da Bahia

Endereço: Rua Rui Barbosa, 710, Cruz das Almas - BA, Brasil

E-mail: aaujustos@gmail.com

José Gabriel Freitas de Lima

Graduando em Engenharia Agrônômica, Bolsista PET/MEC

Instituição: Universidade Federal do Recôncavo da Bahia

Endereço: Rua Rui Barbosa, 710, Cruz das Almas - BA, Brasil

E-mail: jgfl003@gmail.com

Samira Maria Peixoto Cavalcante da Silva

Doutora em Ciências Agrárias pela Universidade Federal do Recôncavo da Bahia

Instituição: Universidade Federal do Recôncavo da Bahia

Endereço: Rua Rui Barbosa, 710, Cruz das Almas - BA, Brasil

E-mail: samypeixoto@yahoo.com.br

Maria Angélica Pereira de Carvalho Costa

Doutora em Agronomia pela Universidade de São Paulo

Instituição: Universidade Federal do Recôncavo da Bahia

Endereço: Rua Rui Barbosa, 710, Cruz das Almas - BA, Brasil

E-mail: mapcosta63@gmail.com

Jamile Maria da Silva dos Santos

Doutora em Ciências Agrárias pela Universidade Federal do Recôncavo da Bahia

Instituição: Universidade Federal do Recôncavo da Bahia

Endereço: Rua Rui Barbosa, 710, Cruz das Almas - BA, Brasil

E-mail: jmariasantos7@gmail.com

Aline Simões da Rocha Bispo

Doutora em Biotecnologia pela Universidade Estadual de Feira de Santana

Instituição: Universidade Federal do Recôncavo da Bahia

Endereço: Rua Rui Barbosa, 710, Cruz das Almas - BA, Brasil

E-mail: alinesimoesbispo@gmail.com

Daniela de Souza Hansen

Doutora em Ciências Agrárias pela Universidade Federal do Recôncavo da Bahia

Instituição: Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Baiano

Endereço: Rua Waldemar Mascarenhas, s/n, Governador Mangabeira - BA, Brasil
E-mail: dani.hansen@hotmail.com

RESUMO

A produção de fermentado alcoólico é uma alternativa biotecnológica para aproveitamento dos frutos da manga variedade “Carlota”. Durante o armazenamento, a bebida é submetida a mudanças contínuas, influenciadas por diferentes fatores que alteram sua composição físico-química e sensorial. Assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar o envelhecimento do fermentado alcoólico da manga (*Mangifera indica* L.) variedade “Carlota”. Após a elaboração, o fermentado foi armazenado a temperatura ambiente ($27 \pm 3^\circ\text{C}$), e para o estudo da estabilidade que durou 150 dias, foram retiradas mensalmente três garrafas para a realização das análises de: pH, acidez total titulável e volátil, grau alcoólico, açúcares totais, extrato seco reduzido, fenólicos totais e cor (L^* , a^* , b^* , C e ângulo Hue). O envelhecimento do fermentado resultou em alterações físico-químicas, sendo as variáveis cor e fenólicos totais as mais influenciadas pelo tempo de armazenamento. A maioria dos parâmetros analisados está em conformidade com os padrões de identidade e qualidade estabelecidos pela legislação.

Palavras-chave: Biotecnológica, armazenamento, bebida, cor.

ABSTRACT

The production of alcoholic fermented beverages is a biotechnological alternative for using “Carlota” mango fruits. During storage the beverage is subjected to continuous changes, influenced by different factors that change its physicochemical and sensory composition. Thus, this work aimed to evaluate the aging of alcoholic fermented beverages made of mango (*Mangifera indica* L.) “Carlota” variety. After elaboration, the fermentate was stored at room temperature ($27 \pm 3^\circ\text{C}$), and for the 150 days stability study, three bottles were removed monthly for analysis of: pH, total titratable and volatile acidity, alcohol content, total sugars, reduced dry extract, total phenolics and color (L^* , a^* , b^* , C and Hue angle). The aging of the fermentate resulted in physical-chemical changes, with the variables color and total phenolics being the most influenced by the storage time. Most of the parameters analyzed are in accordance with the identity and quality standards established by the legislation.

Keywords: Biotechnological, storage, beverages, color.

1 INTRODUÇÃO

A Região Nordeste do Brasil se destaca como maior produtora de manga do país (KIST et al., 2018), sendo encontrada na Bahia diversas cultivares de destaque nacional e internacional, como a Tommy Atkins, Haden e Keitt, e outras com apelo regional como a variedade “Carlota”.

No Recôncavo da Bahia, a manga “Carlota” é uma fruta comercializada em feiras livres, sendo possível encontrá-la também nos supermercados locais em pouquíssima quantidade como um produto diferenciado. É muito consumida in natura ou na forma processada como sucos, doces e sorvetes devido a pequena quantidade de fibra, pouca acidez e sabor adocicado.

A manga “Carlota” possui uma distribuição espontânea e abundante em seu habitat, sendo explorada em pequenas propriedades. As perdas acentuadas no período de safra decorrem da alta produção, escoamento ineficiente, vida curta pós-colheita e falta de tecnologias para processamento. O não beneficiamento do excedente de safra, além de causar prejuízos econômicos e sociais aos produtores e suas famílias, compromete a expansão da cadeia produtiva, a geração de emprego, renda e o desenvolvimento da região.

O processamento de frutos para obtenção de bebidas fermentadas tem se apresentado como uma alternativa viável para agregação de valor a cultura e aumento da vida de prateleira do produto (FONTAN et al., 2011). A simplicidade do processo permite que, de uma forma geral, qualquer fonte que contém açúcar possa ser utilizada como substrato por leveduras *Saccharomyces cerevisiae* para a produção de fermentados alcoólicos (CHIARELLI et al., 2005).

O processo fermentativo é anaeróbico e obtém álcool etílico (etanol) como produto principal. Ademais, água, açúcares, álcoois superiores, ácidos orgânicos, sais, pigmentos, compostos fenólicos, substâncias nitrogenadas, aldeídos, ésteres, cetonas, metanol, vitaminas e anidrido sulfuroso também constituem esse tipo de bebida (DATO et al., 2005; SOUZA et al., 2006; ALI et al., 2010). Cada um dos compostos presentes confere características específicas ao fermentado e está sujeito a alterações resultantes das interações com outras substâncias. Além disso, as formas de envelhecimento também influenciam nessas transformações, uma vez que os fermentados alcoólicos podem permanecer armazenados por longos períodos de tempo antes da comercialização e consumo.

As condições de envelhecimento, como pH, acidez e oxigênio dissolvido na bebida, iluminação e temperatura ambiente, afetam a composição química diversa e complexa dos fermentados, podendo resultar em perda de aromas, sabores e alterações de cor indesejáveis, como o escurecimento e o avinagramento oriundos de processos oxidativos (BÜHRLE et al., 2017).

A avaliação da composição e a estabilidade dos fermentados de frutas durante o armazenamento é de fundamental importância para a garantia da qualidade do produto final, visto que a falta de ações para o controle das transformações químicas durante o armazenamento compromete a vida útil da bebida (AVIZCURI et al., 2016; CASASSA et al., 2016), alterando sensivelmente propriedades sensoriais e físico-químicas. Diante do exposto, o trabalho teve por objetivo avaliar o efeito do envelhecimento durante 150 dias nas características físico-químicas e colorimétricas de fermentado alcoólico da manga (*Mangifera indica* L.) variedade “Carlota”.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 PRODUÇÃO DO FERMENTADO

O trabalho foi desenvolvido no Laboratório de Tecnologia de Alimentos da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (UFRB), em Cruz das Almas-BA. As mangas (*Mangifera indica* L.) var. "Carlota" foram adquiridas em estádio de maturação uniforme (totalmente amarelas) na feira livre local e acondicionadas sob refrigeração a -18°C .

O mosto foi preparado na proporção de 1:1 (polpa: água) e chaptalizado com açúcar cristal até obtenção de 29°Brix . Para maior controle dos micro-organismos, realizou-se a pasteurização (65°C por 30 minutos) seguida de rápido resfriamento em banho de gelo. Após estabilização da temperatura, foram inoculados 2 g L⁻¹ de levedura *Saccharomyces cerevisiae*. A fermentação foi conduzida a temperatura ambiente ($27 \pm 3^{\circ}\text{C}$) e interrompida após 12 dias, quando o valor dos sólidos solúveis totais (SST) se estabilizou em $14,6^{\circ}\text{Brix}$.

O fermentado obtido foi trasfegado, clarificado com gelatina incolor e sem sabor (2 g L⁻¹) por 72 horas a $5 \pm 2^{\circ}\text{C}$. Em seguida, a bebida foi novamente trasfegada, filtrada em algodão e engarrafada em recipientes de cor âmbar de 330 mL. As garrafas foram vedadas com rolhas de cortiça e cera de abelha, permanecendo armazenadas em temperatura ambiente ($27 \pm 3^{\circ}\text{C}$) na posição vertical, protegida da incidência direta de luz e do contato com superfícies úmidas. Ao longo do envelhecimento, análises físico-químicas foram realizadas a cada 30 dias (0, 30, 60, 90, 120 e 150 dias), empregando-se, por período, três garrafas, escolhidas de forma aleatória, cada uma delas representando uma repetição.

2.2 ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS

Os sólidos solúveis totais (SST) foram determinados com auxílio de um refratômetro portátil 0 a 32°Brix (% m/m); o pH, por meio de leitura direta em pHmetro digital; a acidez total titulável (ATT), por titulometria direta, a acidez volátil (AV) por titulação após destilação e a acidez fixa (AF) pela diferença entre ATT e AV, expressas em meq de ácido cítrico L⁻¹; açúcares totais (AT) em g L⁻¹, através do método titulométrico de Eynon-Lane. As determinações acima descritas foram realizadas conforme AOAC (2010).

Grau alcoólico determinado por ebuliometria e expresso em $^{\circ}\text{GL}$ (% v/v), o extrato seco reduzido (ESR) em g L⁻¹ e a relação álcool/extrato seco reduzido (g L⁻¹) foram determinados segundo IAL (2008). Os compostos fenólicos totais, determinados através do método de Folin-Ciocalteu (SINGLETON et al., 1999) com resultados expressos em mg EAG L⁻¹).

2.3 COR INSTRUMENTAL

A análise de cor instrumental foi determinada por meio do colorímetro (Minolta CR-400) com base no sistema CIELAB, sendo a cor expressa através dos parâmetros: L* (luminosidade, 0 = preto e 100 = branco), a* (-80 até 0 = verde; 0 ao +100 = vermelho), b* (-100 até 0 = azul; 0 ao +70 = amarelo), C (cromaticidade) e h (ângulo Hue). Todas as análises foram realizadas em triplicata utilizando o iluminante D-65 (McGUIRE, 1992), e a calibração do aparelho foi realizada por meio de placa de cerâmica branca (MINOLTA, 1998). Os valores de ΔE foram calculados conforme Schanda (2007).

2.4 ANÁLISE DE DADOS

Realizou-se o Teste de Tukey para identificar diferenças significativas dos valores médios durante o armazenamento com nível de significância a 5% ($p \leq 0,05$) utilizando o programa R versão 3.4.4 (R CORE TEAM, 2018).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos nas análises físico-químicas e colorimétricas realizadas mensalmente na bebida e os limites estabelecidos pela legislação para fermentados de fruta estão descritos na Tabela 1. Devido à carência de trabalhos abordando o envelhecimento, exemplos de fermentados não armazenados também foram empregados. Além disso, a escassez de experimentos com frutos diferentes da uva, associada à semelhança dos processos de elaboração, possibilitou, para efeito comparativo, o uso de estudos com vinhos brancos e tintos.

Tabela 1: Resultados das análises físico-químicas e de cor instrumental do fermentado alcoólico da manga var. "Carlota" envelhecido durante 150 dias a temperatura ambiente ($27 \pm 3^\circ\text{C}$).

Variáveis	Período de envelhecimento (dias) ¹						IN n°34/2012 ²
	0	30	60	90	120	150	
pH	3,49 ± 0,01 d	3,51 ± 0,01 c	3,52 ± 0,01 c	3,52 ± 0,00 c	3,54 ± 0,01 b	3,56 ± 0,01 a	-
ATT	143,00 ± 1,56 a	140,25 ± 0,56 b	139,65 ± 0,56 bc	138,98 ± 0,09 bc	138,91 ± 0,57 c	137,59 ± 0,17 d	50-130
TA	6,30 ± 0,09 a	6,28 ± 0,03 a	6,23 ± 0,02 ab	6,28 ± 0,09 a	6,10 ± 0,12 bc	6,09 ± 0,06 c	4-14
AV	19,24 ± 0,27 d	19,63 ± 0,20 c	19,81 ± 0,18 ab	19,76 ± 0,28 a	19,79 ± 0,05 a	19,93 ± 0,07 a	≤20
AF	123,76 ± 1,82 a	120,62 ± 0,52 b	119,84 ± 0,53 b	119,22 ± 0,30 bc	119,12 ± 0,58 bc	117,66 ± 0,10 c	≥30
AT	133,07 ± 0,72 a	133,01 ± 0,36 a	133,41 ± 0,12 a	133,09 ± 0,29 a	133,02 ± 0,64 a	133,03 ± 0,62 a	-
ESR	16,48 ± 0,59 bc	17,91 ± 0,72 a	16,08 ± 0,30 c	17,83 ± 0,41 a	16,74 ± 1,03 abc	17,58 ± 0,48 ab	≥12
FT	13,83 ± 0,12 a	13,14 ± 0,02 b	12,94 ± 0,06 c	12,68 ± 0,04 d	12,02 ± 0,13 e	12,70 ± 0,07 d	-
L*	48,89 ± 0,02 a	48,76 ± 0,04 ab	48,70 ± 0,07 b	47,78 ± 0,18 c	47,81 ± 0,05 c	47,21 ± 0,14 d	-
a*	1,90 ± 0,02 f	2,00 ± 0,03 e	2,10 ± 0,03 d	2,41 ± 0,03 c	2,81 ± 0,02 b	3,83 ± 0,02 a	-
b*	19,23 ± 0,03 c	19,32 ± 0,02 b	19,42 ± 0,03 a	19,46 ± 0,04 a	19,48 ± 0,04 a	19,49 ± 0,08 a	-
C	19,45 ± 0,01 bc	19,57 ± 0,02 ab	19,44 ± 0,03 bc	19,31 ± 0,06 c	19,67 ± 0,02 a	19,67 ± 0,22 a	-
h	84,38 ± 0,02 a	83,99 ± 0,02 a	83,77 ± 0,13 a	82,24 ± 0,95 b	81,84 ± 0,04 b	78,70 ± 0,17 c	-

¹ Média ± desvio-padrão (n=3); ² Instrução Normativa n° 34, de 29 de novembro de 2012, que aprova o regulamento técnico para a fixação dos padrões de identidade de qualidade para os fermentados de fruta (BRASIL, 2012); pH = Potencial hidrogeniônico; ATT = Acidez total titulável (meq de ácido cítrico L⁻¹); TA = Teor alcoólico (°GL = % v/v); AV = Acidez volátil (meq de ácido cítrico L⁻¹); AF= Acidez fixa (meq de ácido cítrico L⁻¹); AT= Açúcares totais (g L⁻¹); ESR = Extrato seco reduzido (g L⁻¹); FT = Fenólicos totais (mg EAG L⁻¹); L* = Luminosidade; a* = Cor do vermelho ao verde; b* = Cor do amarelo ao azul; C = Cromaticidade; h = Ângulo Hue. As médias seguidas pela mesma letra em uma mesma linha não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de significância a 5% de probabilidade.

3.1 pH E ACIDEZ TOTAL TITULÁVEL (ATT)

O pH e a acidez total titulável são dois parâmetros importantes na determinação da qualidade de um fermentado alcoólico, já que o primeiro influencia na estabilidade do produto e o segundo nas características gustativas (SILVA et al., 2008). Os valores desses parâmetros obtidos ao longo dos 150 dias de armazenamento variaram entre 3,49 e 3,56 e de 143,0 meq L-1 a 137,59 meq L-1, respectivamente, não havendo variação significativa ($p \leq 0,05$) entre 30 e 90 dias.

Wu et al. (2017), ao analisar a estabilidade de um vinho Cabernet Sauvignon durante 12 meses, obtiveram elevação do pH de 3,82 para 3,97 e diminuição da acidez total de 6,30 para 6,00 g L-1 em tratamento sem o emprego da técnica de concentração por congelamento. O mesmo comportamento foi observado por Kemp et al. (2017) após 15 semanas de armazenamento de vinho NV sparkling sem adição de açúcar, ocorrendo mudança de 3,10 para 3,35 no pH e de 8,40 para 8,20 g L-1 na acidez total. A redução da acidez ao longo do armazenamento é uma tendência durante o envelhecimento de vinhos (JACKSON, 2008). Uma vez que a concentração de ésteres aumenta durante o armazenamento de vinhos brancos (GONZÁLEZ-VIÑAS et al., 1996; PÉREZ-COELLO et al., 2003), o declínio da acidez pode ser resultado de reações de esterificação envolvendo ácidos e álcoois.

Os resultados para ATT obtidos estão ligeiramente acima do limite máximo de 130 meq L-1 exigido pela legislação (BRASIL, 2012). Alguns trabalhos também relataram valores superiores, como Chiarelli et al. (2005) em fermentado de jabuticaba (210 meq L-1), Assis Neto et al. (2010) trabalhando com jaca (220 meq L-1) e Teixeira et al. (2014), que obtiveram entre 181 e 188 meq L-1 em fermentado de maracujá ao longo de 120 dias. Possíveis explicações para o alto valor encontrado podem estar relacionadas a não neutralização de parte dos ácidos orgânicos oriundos da própria fruta (OLIVEIRA et al., 2012), a uma fermentação malolática ineficiente, o que reduziu a transformação do ácido málico em láctico logo após a fermentação alcoólica e impediu uma maior redução da acidez (HOFFMANN, 2006) e/ou uma possível contaminação por bactérias acéticas durante o processo fermentativo (VARNAM & SUTHERLAND, 1997).

3.2 TEOR ALCOÓLICO (TA)

Durante o envelhecimento, não houve variação significativa ($p \leq 0,05$) do teor alcoólico na maior parte do tempo, indicando que o parâmetro manteve uma boa estabilidade. Os valores variaram de 6,30°GL a 6,09°GL tendo pequenos decréscimos, especialmente após os 90 dias de armazenamento. Tal comportamento resultou, possivelmente, da conversão do álcool em ésteres e outros compostos orgânicos responsáveis pela alteração do aroma da bebida (TAVARES, 2009),

bem como a oxidação do etanol e formação de ácido acético, substância que confere sabor avinagrado ao produto. Santos et al. (2005) consideram que vinhos com teor alcoólico menor que 9°GL, não são estáveis e tem chance de avinagrarem.

Os dados encontrados no presente estudo foram superiores aos relatados por Pinto et al. (2015), cujo fermentado de resíduos agroindustriais sofreu redução de 5,50 para 5,20% (v/v) após 60 dias de envelhecimento, e inferiores aos informados por Kántor et al. (2014) em vinhos Blaufränkisch 2013 e Cabernet Sauvignon 2013, que tiveram decréscimo no TA de 12,31 para 9,94% e de 11,98 a 10,08% (v/v), respectivamente, após três meses de armazenamento (20-25°C). A quantidade de álcool obtida durante o processo fermentativo varia entre os trabalhos, pois depende de diversos fatores como: especificidades dos frutos, pH, temperatura, teor de substrato, cepa de levedura, concentração dos açúcares fermentescíveis (DANTAS & SILVA, 2017).

3.3 ACIDEZ VOLÁTIL (AV) E ACIDEZ FIXA (AF)

A acidez volátil aumentou até os 60 dias e a partir de então não apresentou variação significativa, enquanto a acidez fixa sofreu decréscimo, apesar de entre os 30 e 120 dias não ter ocorrido diferença estatística entre os dados ($p \leq 0,05\%$). Os valores oscilaram entre 19,24 a 19,93 meq L⁻¹ e de 123,76 a 117,66 meq L⁻¹, respectivamente. O fermentado alcoólico obtido está em conformidade com os limites estabelecidos pela legislação para AV e AF, dado que a Instrução Normativa nº 34 / 2012 (BRASIL, 2012) estabelece o máximo de 20,00 meq L⁻¹ para o primeiro parâmetro e o mínimo de 30,00 meq L⁻¹ para o segundo.

O pequeno aumento da acidez volátil possivelmente ocorreu devido à ação de bactérias acéticas, como *Acetobacter aceti* e *Acetobacter pasteurianus*, na oxidação do etanol em ácido acético (BARTOWSKY et al., 2003). Os mesmos autores acrescentam que garrafas armazenadas na vertical estão sujeitas a maior entrada de oxigênio, o que favorece as reações oxidativas nos vinhos e alterações no sabor e aroma da bebida.

Brandão (2013), trabalhando com um fermentado de yacon, obteve aumento tanto da acidez volátil quanto da fixa ao longo de 12 meses de armazenamento, variando entre 0,17 e 0,33 meq L⁻¹ e de 73,65 a 88,98 meq L⁻¹, respectivamente. Pinto et al. (2015), avaliando o efeito de 60 dias de armazenamento sobre um fermentado de ameixa obtido a partir de resíduos agroindustriais, também relataram elevação destes parâmetros, que oscilaram de 10,54 para 14,14 meq L⁻¹ em AV e entre 35,55 e 46,88 meq L⁻¹ para AF.

3.4 AÇÚCARES TOTAIS (AT)

Ao longo do armazenamento, os teores de açúcares totais não apresentaram diferença significativa ($p \leq 0,05\%$), variando entre 133,01 e 133,41 g L⁻¹. Os valores relatados permitem classificar a bebida como doce ou suave, já que o teor de AT é superior a 3 g L⁻¹ (BRASIL, 2012). Os resultados encontrados são maiores que os descritos por Oliveira et al. (2012) para um fermentado de calda de desidratação osmótica de abacaxi (82,5 g L⁻¹) e por Pinto et al. (2015) em um fermentado de ameixa armazenado durante 60 dias, de 44,4 para 30,3 g Kg⁻¹.

A alta concentração inicial de açúcar possibilitou a obtenção de um fermentado doce. Entretanto, as altas concentrações de açúcares remanescentes sugerem que as leveduras foram ineficientes na conversão do açúcar em álcool. O estresse osmótico, alcoólico e ácido são os principais responsáveis pela redução na eficiência das leveduras, já que atuam desarranjando o sistema celular e modificando a funcionalidade da membrana (BARBOSA, 2014).

3.5 EXTRATO SECO REDUZIDO (ESR)

Os resultados obtidos para extrato seco reduzido oscilaram entre 16,08 a 17,91 g L⁻¹ com média de 17,10 g L⁻¹, valores superiores ao mínimo de 12,00 g L⁻¹ exigido pela legislação. Os dados encontrados são comparáveis aos de vinhos brancos, uma vez que estes apresentam ESR com médias entre 16,0 e 18,0 g L⁻¹, valores baixos devido a ausência da casca no mosto (RIBÉREAU-GAYON et al., 2003), assim como no presente trabalho.

Alguns trabalhos na literatura, não envolvendo armazenamento, descrevem valores superiores aos obtidos no experimento. Paz et al. (2007) em um fermentado de kiwi registrou ESR de 19,89 g L⁻¹, Asquiere et al. (2008) com jaca, 89,52 g L⁻¹ após 11 meses de armazenamento, Segtowick et al. (2013) em fermentado semiseco de acerola a partir da polpa, 18,67 g L⁻¹, Oliveira et al. (2015) com umbu-cajá, 18,75 g L⁻¹ e Dantas & Silva (2017) com umbu, 21,73 g L⁻¹. Os resultados inferiores encontrados com a manga “Carlota” podem ser atribuídos ao elevado teor de AT ao final da fermentação, o que diminuiu o ESR.

3.6 FENÓLICOS TOTAIS (FT)

Uma variação significativa nos FT pode ser verificada na maior parte do tempo de envelhecimento. O declínio progressivo até os 120 dias e a variação entre 13,83 e 12,02 mg EAG L⁻¹ assemelha-se ao comportamento observado em vinhos brancos (RECAMALES et al., 2006; KALLITHRAKA et al., 2009; XING et al., 2016) e tintos (WU et al., 2017).

É possível que os decréscimos verificados estejam associados a uma elevação no teor de oxigênio dissolvido na bebida. O emprego de cortiça natural para vedamento das garrafas permite a passagem de oxigênio, promovendo as reações de oxidação, alterações nos FT e na estabilidade dos vinhos (ROMANINI et al., 2019), especialmente em vinhos brancos, que são particularmente sensíveis a exposição do oxigênio (OLIVEIRA et al., 2011; ANDREA-SILVA et al., 2014).

Guyot et al. (1996) e Castellari et al. (2000) associaram o declínio no teor de compostos fenólicos a conversão de moléculas de baixo peso molecular como o ácido gálico em estruturas maiores. Como o envelhecimento é um processo contínuo de reações químicas, é razoável admitir que no presente trabalho o consumo deste ácido esteja relacionado às reações de esterificação com álcoois formando, por exemplo, o n-álquil e ésteres de galato (ROSSO, 2005), o que provoca o declínio dos fenólicos totais, expresso em ácido gálico.

3.7 COR INSTRUMENTAL (L^* , a^* , b^* , C e h)

De acordo com os resultados apresentados na Tabela 1, o tempo de envelhecimento promoveu alterações estatisticamente significativas nos parâmetros colorimétricos analisados, especialmente sobre a variável a^* , cujo valor dobrou ao final dos 150 dias de envelhecimento, passando de 1,90 para 3,83.

A redução nos valores da luminosidade (L^*), de 48,89 (0 dia) para 47,21 (150 dias), indica um escurecimento da bebida causado possivelmente pela oxidação de compostos fenólicos a quinonas em diferentes níveis de polimerização (JAFFRÉ et al., 2009; BRANDÃO, 2013). Comportamento análogo foi mencionado por Wu et al. (2017) em vinho tinto armazenado sem técnica do congelamento e Hernanz et al. (2009) em vinhos brancos, enquanto tendência oposta foi observada por Liu et al. (2015) e García-Estévez et al. (2017) em vinhos tintos.

O fenômeno de escurecimento da bebida não foi visualmente percebido, já que o ΔE , calculado com os dados de L^* , a^* e b^* do início e final do armazenamento, foi de 2,57, inferior aos 2,8, valor tido como mínimo necessário, para que alterações na cor possam ser percebidas pelo olho humano (MARTÍNEZ et al., 2001).

Os pigmentos a^* e b^* tiveram seus valores aumentados durante o envelhecimento. Comportamento similar foi descrito por Hernanz et al. (2009) em vinhos brancos e o oposto foi informado por Souza et al. (2018) em vinho tinto Syrah armazenado em garrafa âmbar. A formação de novos pigmentos é influenciada por fatores como temperatura, pH, sulfitos, teor de oxigênio, presença de metais, copigmentação e tempo de armazenamento, sendo este último o maior

responsável pelas mudanças de cor (DALLAS & LAUREANO, 1994), que ocorrem mais rapidamente durante o primeiro ano de armazenamento do vinho (SOMERS & EVANS, 1986).

A cromaticidade (C) retrata a saturação da cor global e o ângulo Hue (h), a tonalidade. O aumento de C (19,45 para 19,67) e a diminuição de h (84,38 para 78,70) são mudanças comumente verificadas em vinhos brancos durante o envelhecimento (RECAMALES et al., 2006). Comportamentos semelhantes foram relatados por Hernanz et al. (2009) e opostos, por Liu et al. (2015) e García-Estevez et al. (2017).

4 CONCLUSÃO

O envelhecimento do fermentado alcoólico de manga var. “Carlota” promoveu alterações na sua composição físico-química, apesar da maioria dos parâmetros avaliados ter se mantido estável durante parte dos 150 dias. A variável colorimétrica a^* e os fenólicos totais foram os mais influenciados pelo tempo de armazenamento. Com exceção da acidez total, os parâmetros analisados mantiveram-se em conformidade com os padrões de identidade e qualidade para fermentados de frutas estabelecidos pela legislação.

REFERÊNCIAS

ALI, K.; MALTESE, F.; CHOI, Y. H.; VERPOORTE, R. Metabolic constituents of grapevine and grape-derived products. *Phytochemistry Reviews*, v. 9, n. 3, p. 357-378, 2010. DOI: 10.1007/s11101-009-9158-0.

ANDREA-SILVA, J.; COSME, F.; RIBEIRO, L. F.; MOREIRA, A. S. P.; MALHEIRO, A. C.; COIMBRA, M. A.; DOMINGUES, M. R. M.; NUNES, F. M. Origin of the pinking phenomenon of white wines. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, v. 62, n. 24, p. 5651-5659, 2014. DOI: 10.1021/jf500825h.

AOAC. Association of Official Analytical Chemists. Official methods of analysis of the Association of the Analytical Chemists. 16th ed. Washington, 2010.

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. DOI: 10.1590/S0101-20612008000400018.

ASSIS NETO, E. F.; CRUZ, J. M. P.; BRAGA, A. C. C.; SOUZA, J. H. P. Elaboração de bebida alcoólica fermentada de jaca (*Artocarpus heterophyllus* Lam.). *Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial*, v. 4, n. 2, p. 186-197, 2010. DOI: 10.3895/S1981-36862010000200007.

AVIZCURI, J-M.; SÁENZ-NAVAJAS, M-P.; ECHÁVARRI, J-F.; FERREIRA, V.; FERNÁNDEZ-ZURBANO, P. Evaluation of the impact of initial red wine composition on changes in color and anthocyanin content during bottle storage. *Food Chemistry*, v. 213, p. 123-134, 2016. DOI: 10.1016/j.foodchem.2016.06.050.

BARBOSA, C. D. Obtenção e caracterização de vinho e vinagre de manga (*Mangifera indica* L.): parâmetros cinéticos das fermentações alcoólica e acética. 2014. 128 f. Dissertação (Mestrado em Ciências de Alimentos), Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2014.

BARTOWSKY, E. J.; XIA, D.; GIBSON, R. L.; FLEET, G. H.; HENSCHKE, P. A. Spoilage of bottled red wine by acetic acid bacteria. *Letters in Applied Microbiology*, v. 36, n. 5, p. 307-314, 2003. DOI: 10.1046/j.1472-765x.2003.01314.x.

BRANDÃO, C. C. Desenvolvimento de fermentado alcoólico de yacon. 2013. 74 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos), Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2013.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 34 de 29 de novembro de 2012. Estabelece a complementação dos padrões de identidade e qualidade para as bebidas fermentadas. *Diário Oficial da União, Brasília, DF*, n. 231, seção 1, p. 3-4, 30 nov. 2012.

BÜHRLE, F.; GOHL, A.; WEBER, F. Impact of xanthylum derivatives on the color of white wine. *Molecules*, v. 22, n. 8, p. 1376, 2017. DOI: 10.3390/molecules22081376.

CASASSA, L. F.; BOLCATO, E. A.; SARI, S. E.; FANZONE, M. L.; JOFRÉ, V. P. Combined effect of prefermentative cold soak and SO₂ additions in Barbera D'Asti and Malbec wines: Anthocyanin composition, chromatic and sensory properties. *LWT - Food Science and Technology*, v. 66, p. 134-142, 2016. DOI: 10.1016/j.lwt.2015.10.026.

CASTELLARI, M.; MATRICARDI, L.; ARFELLI, G.; GALASSI, S.; AMATI, A. Level of single bioactive phenolics in red wine as a function of the oxygen supplied during storage. *Food Chemistry*, v. 69, n. 1, p. 61-67, 2000. DOI: 10.1016/S0308-8146(99)00240-X.

CHIARELLI, R. H. C.; NOGUEIRA, A. M. P.; VENTURINI FILHO, W. G. Fermentados de jabuticaba (*Myrciaria cauliflora* Berg): processos de produção, características físico-químicas e rendimento. *Brazilian Journal of Food Technology*. v. 48, n. 4, p. 277-282, 2005.

DALLAS C.; LAUREANO O. Effects of pH, sulphur dioxide, alcohol content, temperature and storage time on colour composition of a young Portuguese red table wine. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, v. 65, n. 4, p. 477-485, 1994. DOI: 10.1002/jsfa.2740650416.

DANTAS, C. E. A.; SILVA, J. L. A. Fermentado alcoólico de umbu: produção, cinética de fermentação e caracterização físico-química. *Holos*, v. 2, p. 108-121, 2017. DOI: 10.15628/holos.2017.4506.

DATO, M. C. F.; PIZAURO JÚNIOR, J. M.; MUTTON, M. J. R. Analysis of the secondary compounds produced by *Saccharomyces cerevisiae* and wild yeast strains during the production of "cachaça". *Brazilian Journal of Microbiology*, v. 36, n. 1, p. 70-74, 2005. DOI: 10.1590/S1517-83822005000100014.

FONTAN, R. C. I.; VERÍSSIMO, L. A. A.; SILVA, W. S.; BONOMO, R. C. F.; VELOSO, C. M. Cinética da fermentação alcoólica na elaboração de vinho de melancia. *Boletim CEPPA*, v. 29, n. 2, p. 203-210, 2011.

GARCÍA-ESTÉVEZ, I.; ALCALDE-EON, C.; PUENTE, V.; ESCRIBANO-BAILÓN, M. T. Enological tannin effect on red wine color and pigment composition and relevance of the yeast fermentation products. *Molecules*, v. 22, n. 12, p. 2046, 2017. DOI: 10.3390/molecules22122046.

GONZÁLEZ-VIÑAS, M. A.; PÉREZ-COELLO, M. S.; SALVADOR, M. D.; CABEZUDO, M. D.; MARTÍN-ÁLVAREZ, P. J. Changes in gas-chromatographic volatiles of young Airen wines during bottle storage. *Food Chemistry*, v. 56, n. 4, p. 399-403, 1996. DOI: 10.1016/0308-8146(95)00207-3.

GUYOT, S.; VERCAUTEREN, J.; CHEYNIER, V. Structural determination of colourless and yellow dimers resulting from (+)-catechin coupling catalysed by grape polyphenoloxidase. *Phytochemistry*, v. 42, n. 5, p. 1279-1288, 1996. DOI: 10.1016/0031-9422(96)00127-6.

HERNANZ, D.; GALLO, V.; RECAMALES, Á. F.; MELÉNDEZ-MARTÍNEZ, A. J.; GONZÁLEZ-MIRET, M. L.; HEREDIA, F. J. Effect of storage on the phenolic content, volatile composition and colour of white wines from the varieties Zalema and Colombard. *Food Chemistry*, v. 113, n. 2, p. 530-537, 2009. DOI: 10.1016/j.foodchem.2008.07.096.

HOFFMANN, A. Sistema de Produção de Vinho Tinto. Embrapa Uva e Vinho, Sistema de Produção, 12, 2006. Disponível: <<https://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Vinho/SistemaProducaoVinhoTinto/index.htm>>. Acesso em: 16 jun. 2020.

IAL. Instituto Adolfo Lutz. Métodos físico-químicos para análise de alimentos. 4. ed. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2008. 1020 p.

JACKSON, R. S. Wine Science: Principles and Applications. 3. ed. London: Academic Press, 2008. 776 p.

JAFFRÉ, J.; VALENTIN, D.; DACREMONT, C.; PEYRON, D. Burgundy red wines: Representation of potential for aging. *Food Quality and Preference*, v. 20, n. 7, p. 505-513, 2009. DOI: 10.1016/j.foodqual.2009.05.001.

KALLITHRAKA, S.; SALACHA, M.I.; TZOUROU, I. Changes in phenolic composition and antioxidant activity of white wine during bottle storage: Accelerated browning test versus bottle storage. *Food Chemistry*, v. 113, n. 2, p. 500-505, 2009. DOI: 10.1016/j.foodchem.2008.07.083.

KÁNTOR, A.; PETROVÁ, J.; KAČÁNIOVÁ, M. Chemical and microbiological analysis of red wines during storage at different temperatures. *Scientific Papers Animal Science and Biotechnologies*, v. 47, n. 2, p.101-107, 2014.

KEMP, B.; HOGAN, C.; XU, S.; DOWLING, L; INGLIS, D. The impact of wine style and sugar addition in liqueur d'expédition (dosage) solutions on traditional method sparkling wine composition. *Beverages*, v. 3, n. 1, p. 7, 2017. DOI: 10.3390/beverages3010007.

KIST, B. B. et al. Anuário brasileiro da fruticultura 2018. Santa Cruz do Sul: Editora Gazeta Santa Cruz, 2018. 88 p.

LIU, S.; YANG, H.; LI, S.; ZHANG, J.; LI, T.; ZHU, B.; ZHANG, B. Polyphenolic compositions and chromatic characteristics of bog bilberry syrup wines. *Molecules*, v. 20, n. 11, 19865-19877, 2015. DOI: 10.3390/molecules201119662.

MARTÍNEZ, J. A.; MELGOSA, M.; PÉREZ, M. M.; HITA, E.; NEGUERUELA, A. I. Note. Visual and instrumental color evaluation in red wines. *Food Science and Technology International*, v. 7, n. 5, p. 439-444, 2001. DOI: 10.1106/VFAT-5REN-1WK2-5JGQ.

McGUIRE, R. G. Reporting of objective color measurements. *HortScience*, v. 27, n. 12, p.1254-1255, 1992. DOI: 10.21273/hortsci.27.12.1254.

MINOLTA. Precise Colour Communication. Minolta, Tokyo, 1998. [Pamphlet].

OLIVEIRA, C. M.; FERREIRA, A. C. S.; FREITAS, V.; SILVA, A. M. S. Oxidation mechanisms occurring in wines. *Food Research International*, v. 44, n. 5, p. 1115-1126, 2011. DOI: 10.1016/j.foodres.2011.03.050.

OLIVEIRA, E. N. A.; DANTAS, A. B.; FEITOSA, R. M.; GOMES, J. P.; OLIVEIRA, G. S.; MACHADO, A. S. Elaboração e caracterização de bebida alcoólica fermentada de umbu-cajá. In: ENCONTRO NACIONAL E CONGRESSO LATINO AMERICANO DE ANALISTAS DE ALIMENTOS, 19., 2015, Natal. Anais. Natal, 2015.

OLIVEIRA, L. A.; LORDELO, F. S.; TAVARES, J. T. Q.; CAZETTA, M. L. Elaboração de bebida fermentada utilizando calda residual da desidratação osmótica de abacaxi (*Ananas comosus* L.).

Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial, v. 6, n. 1, p. 702-712, 2012. DOI: 10.3895/S1981-36862012000100009.

PAZ, M. F.; SCARTAZZINI, L. S.; OGLIARI, T. C.; BURLIN, C. Produção e caracterização do fermentado alcoólico de Actinidia deliciosa variedade bruno produzido em Santa Catarina. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE BIOPROCESSOS, 16., 2007, Curitiba. Anais SINA Ferm. Curitiba, 2007.

PÉREZ-COELLO, M. S.; GONZÁLEZ-VIÑAS, M. A.; GARCÍA-ROMERO, E.; DÍAZ-MAROTO, M. C.; CABEZUDO, M. D. Influence of storage temperature on the volatile compounds of young white wines. Food Control, v. 14, n. 5, p. 301-306, 2003. DOI: 10.1016/S0956-7135(02)00094-4.

PINTO, L. I. F.; ARAÚJO, M. M. N.; AMARAL, N. M.; MELO, S. C. P.; ZAMBELLI, R. A.; PONTES, D. F. Desenvolvimento de bebida alcoólica fermentada obtida a partir de resíduos agroindustriais. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA QUÍMICA, 20., 2014, Florianópolis. Anais COBEQ. Florianópolis, 2015. DOI: 10.5151/chemeng-cobeq2014-0795-23768-145007.

R CORE TEAM. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria, 2018. URL: <https://www.R-project.org/>.

RECAMALES, Á. F.; SAYAGO, A.; GONZÁLEZ-MIRET, M. L.; HERNANZ, D. The effect of time and storage conditions on the phenolic composition and colour of white wine. Food Research International, v. 39, n. 2, p. 220-229, 2006. DOI: 10.1016/j.foodres.2005.07.009.

RIBÉREAU-GAYON, P.; DUBOURDIEU, D.; DONÈCHE, B.; LONVAUD, A. Tratado de Enología 2: Química del vino, estabilización y tratamientos. 1. ed. Buenos Aires: Hemisferio Sur, 2003. 455 p.

ROMANINI, E.; COLANGELO, D.; LUCINI, L.; LAMBRI, M. Identifying chemical parameters and discriminant phenolic compounds from metabolomics to gain insight into the oxidation status of bottled white wines. Food Chemistry, v. 288, p. 78-85, 2019. DOI: 10.1016/j.foodchem.2019.02.073.

ROSSO, R. Avaliação das propriedades antioxidantes de derivados ésteres do ácido gálico. 2005. 142 f. Dissertação (Mestrado em Farmácia), Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2005.

SANTOS, S. C.; ALMEIDA, S. S.; TOLEDO, A. L.; SANTANA, J. C. C.; SOUZA, R. R. Elaboração e análise sensorial do fermentado de acerola (*Malpighia puniceifolia* L.). Brazilian Journal of Food Technology, 5° SIPAL, p. 47-50, 2005.

SCHANDA, J. Colorimetry: understand the CIE system. Hoboken: Wiley, 2007.

SEGTOEWICK, E. C. S.; BRUNELLI, L. T.; VENTURINI FILHO, W. G. Avaliação físico-química e sensorial de fermentado de acerola. Brazilian Journal of Food Technology, v. 16, n. 2, p. 147-154, 2013. DOI: 10.1590/S1981-67232013005000015.

SILVA, P. H. A.; FARIA, F. C.; TONON, B.; MOTA, S. J. D.; PINTO, V. T. Avaliação da composição química de fermentados alcoólicos de jabuticaba (*Myrciaria jabuticaba*). *Química Nova*, v. 31, n. 3, p. 595-600, 2008.

SINGLETON, V. L.; ORTHOFER, R.; LAMUELA-RAVENTÓS, R. M. Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of Folin-Ciocalteu reagent. *Methods in Enzymology*, v. 299, p.152-178, 1999. DOI: 10.1016/S0076-6879(99)99017-1.

SOMERS, T. C.; EVANS, M. E. Evolution of red wines: I. Ambient influences on colour composition during early maturation. *Vitis*, v. 25, n. 1, p. 31-39, 1986. DOI: 10.5073/vitis.1986.25.31-39.

SOUZA, G. G.; MENEGHIN, L. O.; COELHO, S. P.; MAIA, J. F.; SILVA, A. G. A uva roxa, *Vitis vinífera* L. (Vitaceae) – seus sucos e vinhos na prevenção de doenças vasculares. *Natureza on-line*, v. 4, n. 2, p. 80-86, 2006.

SOUZA, J. F.; NASCIMENTO, A. M. S.; LINHARES, M. S. S.; DUTRA, M. C. P.; LIMA, M. S.; PEREIRA, G. E. Evolution of phenolic compound profiles and antioxidant activity of Syrah red and Sparkling Moscatel wines stored in bottles of different colors. *Beverages*, v. 4, p. 89, 2018. DOI: 10.3390/beverages4040089.

TAVARES, J. T. Q. Produção de fermentado alcoólico de cana-de-açúcar, caracterização e avaliação do seu envelhecimento. 2009. 117 f. Tese (Doutorado em Ciências Agrárias), Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Cruz das Almas, 2009.

TEIXEIRA, A. S.; ANDRADE, R. O.; LIMA, G. S.; SILVA, J. G.; CARDOSO, R. L. Elaboração e avaliação da estabilidade de fermentado alcóolico de maracujá. *Caderno Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável*, v. 4, n. 1, 2014.

VARNAM, A. H.; SUTHERLAND, J. P. *Bebidas: tecnología, química y microbiología*. Zaragoza: Acribia, 1997. 487 p.

WU, Y.; XING, K.; ZHANG, X.; WANG, H.; WANG, Y.; WANG, F.; LI, J. Influence of freeze concentration technique on aromatic and phenolic compounds, color attributes, and sensory properties of Cabernet Sauvignon wine. *Molecules*, v. 22, n. 6, p. 899, 2017. DOI: 10.3390/molecules22060899.

XING, R.; LIU, D.; LI, Z.; TIAN, Y.; ZHANG, X.; LI, J.; PAN, Q. Impact of different types of stoppers on sensorial and phenolic characteristics evolution during a bottle storage time of a white wine from Chardonnay grape variety. *Journal of Food Science and Technology*, v. 53, n. 11, p. 4043-4055, 2016. DOI: 10.1007/s13197-016-2411-9.