



ANA ELISA SANTOS DO AMARAL

**AVALIAÇÃO SENSORIAL DE CAFÉ FERMENTADO COM
MELAÇO DE CANA DE AÇÚCAR**

**LAVRAS – MG
2019**

ANA ELISA SANTOS DO AMARAL

**AVALIAÇÃO SENSORIAL DE CAFÉ FERMENTADO COM MELAÇO DE CANA DE
AÇÚCAR**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado à Universidade Federal de
Lavras, como parte das exigências do curso
de Engenharia de Alimentos, para a
obtenção do título de Bacharel.

Profa. Dra Luisa Pereira Figueiredo
Orientadora

**LAVRAS – MG
2019**

ANA ELISA SANTOS DO AMARAL

**AVALIAÇÃO SENSORIAL DE CAFÉ FERMENTADO COM MELAÇO DE CANA DE
AÇÚCAR**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado à Universidade Federal de
Lavras, como parte das exigências do curso
de Engenharia de Alimentos, para a
obtenção do título de Bacharel.

APROVADO EM 3 DE DEZEMBRO DE 2019

Dra. Luisa Pereira Figueiredo – UFLA

Dra. Bruna de Souza Nascimento -
UFLA

Msc. Fabiana de Carvalho Pires

Profa. Dra Luisa Pereira Figueiredo
Orientadora

**LAVRAS – MG
2019**

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal de Lavras pelas oportunidades de aprendizado e amadurecimento proporcionadas, que muito contribuíram para minha formação profissional e pessoal.

À orientadora Luisa, por todos os ensinamentos, confiança, compreensão, por acreditar no meu potencial, e por compartilhar da paixão por café.

Aos meus pais, Roseli e Carlos José, por todo amor e apoio constante, e por nunca medirem esforços pra permitir que eu pudesse realizar todos os meus sonhos.

À Fazenda Bom Jardim, por ter concedido o café para o experimento, pela oportunidade de realizar o presente trabalho

Aos amigos, por todo o auxílio durante toda a graduação, pelo incentivo constante, e diversão.

Ao Núcleo de Estudos em Qualidade, Industrialização e Consumo de Café – QICafé, pelos ensinamentos.

À Deus por ter me sustentado até aqui, por me dar sabedoria, e por estar sempre guiando e iluminando meus passos.

MUITO OBRIGADA!

RESUMO

O café é uma bebida popular consumida em todo o mundo e sua qualidade está diretamente relacionada ao sabor e aroma. O objetivo do presente trabalho foi desenvolver uma metodologia para a fabricação de café fermentado com melão de cana de açúcar, bem como avaliar sensorialmente os compostos de sabor e aroma que foram formados durante o processo de fermentação. O experimento foi realizado com café cereja proveniente da via de processamento natural, em diferentes tempos de fermentação (0, 36, 60, 84 e 108 horas). A fermentação foi realizada em recipientes hermeticamente fechados, antes de serem submetidos ao processo de secagem em terreiro suspenso. Foram realizadas as análises de pH e sólidos solúveis para acompanhar o processo de fermentação.

A análise sensorial foi realizada no café torrado através da prova de xícara, de acordo com Specialty Coffee Association (SCA). Resultados da análise sensorial do presente trabalho mostraram que os tempos de fermentação que apresentaram melhores resultados foi o tempo de 60 e 108 horas. As fermentações dos cafés com adição de melão aumentaram as notas sensoriais em 2,8 pontos SCA.

Palavras-chave: Qualidade do café, Análise sensorial, Fermentação

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	7
2. OBJETIVOS	8
2.1 Objetivo geral.....	8
2.2 Objetivos específicos	8
3. REFERENCIALTEÓRICO	9
3.1 Cafés especiais	9
3.2 Mercado de café noBrasil.....	9
3.3 Processamento do café	10
3.4 Processamento docafé	11
3.5 Fermentação decafé.....	14
3.6 Melaço decana-de-açúcar.....	15
4. MATERIAIS E MÉTODOS	17
4.1 Materiais.....	17
4.2. DelineamentoExperimental	17
4.3. Fermentação e secagem do café	18
4.4. Análise sensorial.....	18
4.5. Análise de pH e temperatura	19
4.6. Análise de Sólidos solúveis	19
4.7. Análise estatística	19
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	20
5.1. Análise do pH e temperatura	20
5.2. Análise de Sólidos solúveis	22
5.3. Análise sensorial.....	22
6. CONCLUSÃO	26
REFERÊNCIAS	27

1. INTRODUÇÃO

O Brasil é o maior produtor de café e também o maior exportador do mundo dessa cultura, portanto o mesmo possui uma importante influência no cenário mundial. O consumo interno de café chegou a 21 milhões de sacas (de 60 quilos), no período de novembro de 2017 a outubro de 2018, representando um crescimento de 4,80%, em relação ao período, de novembro de 2016 a outubro de 2017, conforme levantamento da Associação Brasileira da Indústria de Café (ABIC, 2018). Segundo a Euromonitor International o consumo de cafés especiais dos brasileiros corresponde a 901,7 mil sacas de café especial. Também segundo projeção da pesquisa o consumo deve chegar a 1,7 milhões de sacas até 2021. Tendo em vista que, entre 2012 e 2016 o crescimento médio anual foi de 18,1% no consumo (volume) de café especial.

A grande popularidade da bebida café se dá ao seu aroma intenso e sabores diversificados, pode-se encontrar em uma xícara da bebida os diversos aromas e sabores como chocolate, frutado. O sabor e aroma do café são complexos, resultantes da presença combinada de vários constituintes químicos voláteis e não voláteis, dentre eles os ácidos, aldeídos, cetonas (CHIN; EYRES; MARRIOTT, 2015), açúcares, proteínas, aminoácidos, ácidos graxos, compostos fenólicos e da ação de enzimas (LEE et al., 2015).

Apesar do mercado de cafés fermentados ser restrito, por falta de conhecimento e também, pois os consumidores de cafés especiais estão apegados ainda por sabores mais convencionais, como caramelo, chocolate e nozes, sendo que o café fermentado tem notas de sabores mais intensas o retorno tem sido algo muito relevante. No entanto, o retorno desse mercado tem sido muito expressivo, sendo que em média um bom café fermentado tem elevado sua pontuação de 3 a 5 pontos na classificação do grão na Specialty Coffee Association (SCA).

Segundo Esquivel, Jimenez (2012) os microrganismos estão naturalmente presentes na no processo fermentativo do café, tendo influência na qualidade final do grão, por causa da degradação de compostos presentes nos frutos ou pela excreção de seus produtos metabólicos. Uma vez que, os frutos servem de substrato para o desenvolvimento de bactérias, leveduras e fungos filamentosos, suprindo-os de fontes de carbono e nitrogênio, devido à sua composição química (SILVA et al., 2000).

Diversos fatores físicos (temperatura, pressão osmótica), químicos (pH, oxigenação, nutrientes minerais e orgânicos, inibidores) e microbiológicos (espécie e concentração de leveduras), afetam o rendimento da fermentação (LIMA et al., 2001).

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Desenvolver uma metodologia para a fabricação de café fermentado com melão de cana de açúcar, bem como avaliar sensorialmente os compostos de sabor e aroma do café.

2.2 Objetivos específicos

Monitorar e avaliar os impactos do pH, temperatura, sólidos solúveis e tempo no processo fermentativo do fruto de café.

3. REFERENCIALTEÓRICO

3.1 Cafés especiais

O café pertence à família Rubiaceae, gênero *Coffea*, sendo três espécies mais utilizadas para a produção da bebida, *C. arabica* (café arábica), *C. Canephora* (café robusta), e *C. liberica* (liberica ou café excelsa) (DAVIS et al., 2006). As espécies *C. Arabica* e *C. canephora* são as duas espécies mais cultivadas e consumidas em todo o mundo (ESQUIVEL; JIMÉNEZ, 2012; SAKIYAMA; FERRÃO, 2014). Tais espécies são essencialmente distintas, uma vez que o café arábica possui sabor tipicamente suave e aromático (CHALFOUN; REIS, 2010). Enquanto que o café robusta é muito utilizado em blends, com o intuito de aumentar o corpo da bebida final e reduzir os custos do produto final (CAMPANHA; DIAS; BENASSI, 2010).

A maturação do fruto do cafeeiro ocorre de maneira desuniforme, originando os frutos verdes, cereja, passas e secos em diferentes proporções na mesma planta. Para a produção de cafés de qualidade recomenda-se a colheita seletiva dos frutos maduros, que poderá ser realizada várias vezes na mesma planta (SAKIYAMA; FERRÃO, 2014).

Segundo Borém (2004) o café para ser considerado de boa qualidade, a bebida deve que apresentar sabor e aroma agradáveis, bom corpo, acidez natural e suavidade ao paladar. Além disso, deve apresentar poucos defeitos, cor e aspecto homogêneos, estar de acordo com as normas higiênico-sanitárias.

A qualidade do café é um atributo bastante complexo e dependente de diversos fatores durante o período de pré e pós-colheita (LEROY et al., 2006). O café especial tende a ser avaliado quanto aos seus atributos de qualidade, como características sensoriais, físicas, preocupações sociais e ambientais nas quais são realizadas a produção do café com sabores e aromas específicos (SOUZA et al., 2002).

3.2 Mercado de café no Brasil

O principal estímulo a esse crescimento foi a elevação dos preços, em decorrência de sérios problemas climáticos nas regiões produtoras na década de 90, que, aliada às baixas barreiras

à entrada, resultou em forte crescimento do parque cafeeiro na maioria dos países produtores. Merece destaque, a inserção do Vietnã no mercado, que se tornou o segundo maior produtor e exportador de café da variedade robusta. Esta variedade possui qualidade e preço inferiores aos da arábica, exportado por Brasil e Colômbia, mas apresenta produtividade mais competitiva (CHI, TUAN e LAN, 2009). O crescimento na produção de café arábica mostrou-se inferior na década de 2000, principalmente o do tipo arábico suave, o mais valorizado no mercado, do qual a Colômbia é a maior ofertante e cuja demanda tem sido suprida em parte pelo café arábica natural brasileiro.

Embora o Brasil ainda seja o maior exportador mundial de café verde, com 30% do total comercializado, o aumento da oferta do café robusta tem levado alguns pesquisadores a especular sobre a possibilidade de o café vietnamita estar ocupando espaço crescente na composição de blend, principalmente em detrimento do café do tipo arábica natural, do qual o Brasil é grande exportador (SAES, 2009; CUNHA, 2008). Vale lembrar que o café torrado consumido pelos demandantes finais consiste em uma mistura composta de diferentes tipos de café (blends).

O café é um produto de relevância para o agronegócio mundial (KWON et al., 2015). O Brasil é o maior produtor (seguido por Vietnam, Indonésia, Colômbia e Índia) e exportador mundial de café (FAO, 2015), (correspondendo a 6,9% das exportações), e segundo maior consumidor do produto, ficando apenas atrás dos Estados Unidos (SOUSA; COSTA, 2015).

3.3 Processamento do café

O processamento dos grãos de café tem início na colheita e para produzir um café de qualidade é necessário considerar desde o plantio. Sendo que, é recomendado realizar a colheita dos frutos quando sua maior parte estiver maduros, para que haja a diminuição da presença de grãos imaturos (verdes), pretos e ardidos, pois os mesmos influenciam negativamente na qualidade do café (BORÉM, 2008).

Os frutos do café geralmente são colhidos com o teor de água variando entre 30 e 65% (b.u), dependendo do seu estado de maturação, portanto são sujeitos a condições favoráveis e à rápida deterioração (BORÉM, 2008). O processamento visa a redução da umidade entre 10 a 12%. Desta forma, os grãos já processados (cafés crus) podem ser

armazenados durante muitos meses, sem alteração significativa do sabor (BORÉM, 2008; BELITZ; GROSCH; SCHIEBERLE, 2009).

O processamento do café pode ser realizado de diferentes maneiras, sendo por via seca, conhecida também como café natural e por via úmida como descascado, desmucilado produtividade mais competitiva (CHI, TUAN e LAN, 2009). O crescimento na produção de café arábica mostrou-se inferior na década de 2000, principalmente o do tipo arábico suave, o mais valorizado no mercado, do qual a Colômbia é a maior ofertante e cuja demanda tem sido suprida em parte pelo café arábica natural brasileiro.

Embora o Brasil ainda seja o maior exportador mundial de café verde, com 30% do total comercializado, o aumento da oferta do café robusta tem levado alguns pesquisadores a especular sobre a possibilidade de o café vietnamita estar ocupando espaço crescente na composição de blend, principalmente em detrimento do café do tipo arábica natural, do qual o Brasil é grande exportador (SAES, 2009; CUNHA, 2008). Vale lembrar que o café torrado consumido pelos demandantes finais consiste em uma mistura composta de diferentes tipos de café (blends).

O café é um produto de relevância para o agronegócio mundial (KWON et al., 2015). O Brasil é o maior produtor (seguido por Vietnam, Indonésia, Colômbia e Índia) e exportador mundial de café (FAO, 2015), (correspondendo a 6,9% das exportações), e segundo maior consumidor do produto, ficando apenas atrás dos Estados Unidos (SOUSA; COSTA, 2015).

3.4 Processamento do café

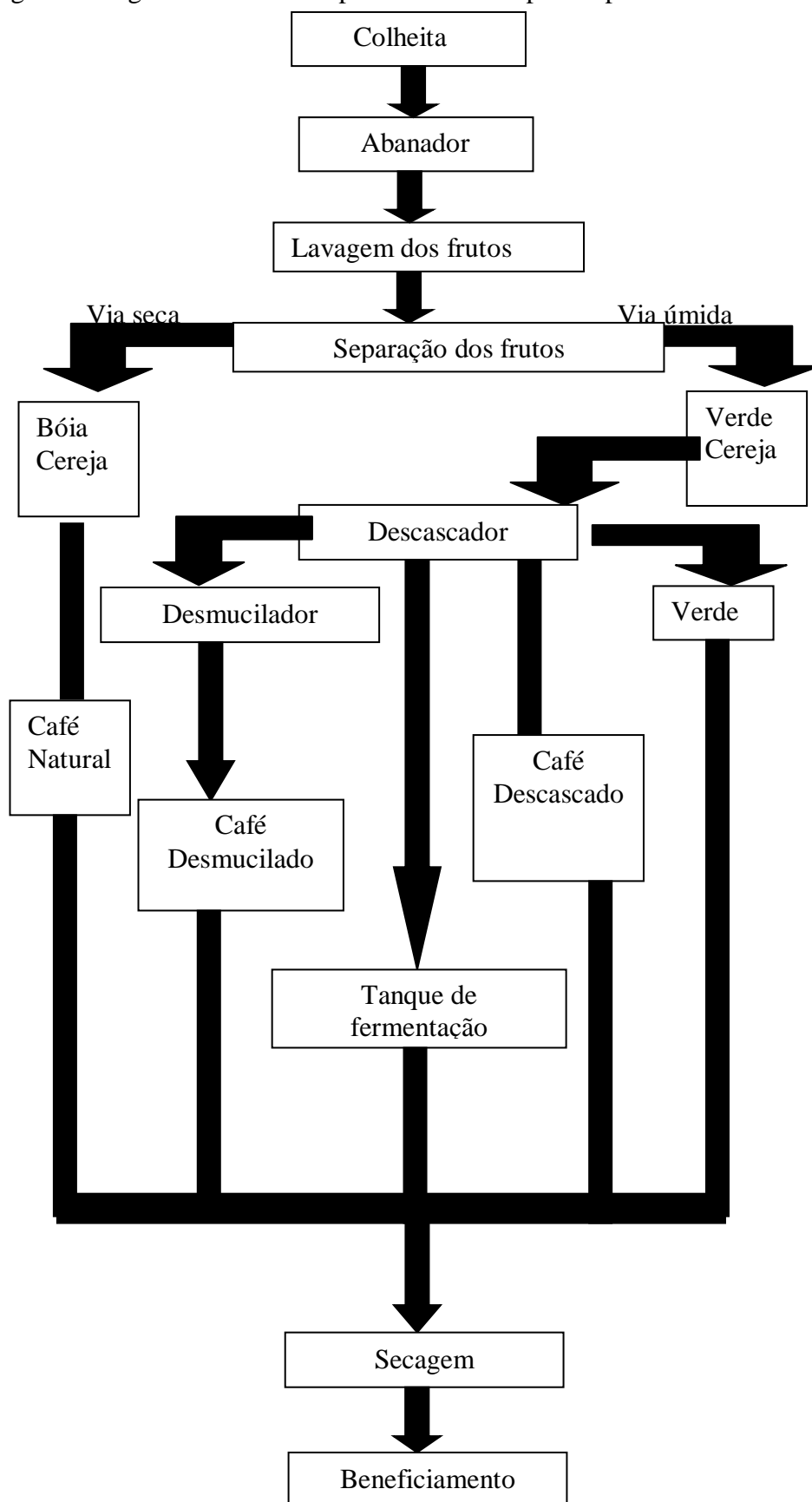
O processamento dos grãos de café tem início na colheita e para produzir um café de qualidade é necessário considerar desde o plantio. Sendo que, é recomendado realizar a colheita dos frutos quando sua maior parte estiver maduros, para que haja a diminuição da presença de grãos imaturos (verdes), pretos e ardidos, pois os mesmos influenciam negativamente na qualidade do café (BORÉM, 2008).

Os frutos do café geralmente são colhidos com o teor de água variando entre 30 e 65% (b.u), dependendo do seu estado de maturação, portanto são sujeitos a condições favoráveis e à rápida deterioração (BORÉM, 2008). O processamento visa a redução da umidade entre 10 a 12%. Desta forma, os grãos já processados (cafés crus) podem ser

armazenados durante muitos meses, sem alteração significativa do sabor (BORÉM, 2008; BELITZ; GROSCH; SCHIEBERLE,2009).

O processamento do café pode ser realizado de diferentes maneiras, sendo por via seca, conhecida também como café natural e por via úmida como descascado, desmucilado e depolpado (SILVA et al., 2008; ESQUIVEL; JIMÉNEZ, 2012; EVANGELISTA et al.,

Figura 1 Diagrama de blocos representando os tipos de processamento do café.



Fonte: Adaptado Bórem (2008)

No processamento por via seca, os frutos de café são secos com todas as partes que os constituem, dando origem aos cafés denominados coco, de terreiro ou natural (ESQUIVEL; JIMÉNEZ, 2012; SILVA, 2014).

Segundo Bórem (2008) a via úmida pode ser conduzida por três formas distintas de processamento, sendo elas: o café despulpado no qual a casca mecanicamente e a mucilagem por meio de fermentação biológica, resultando no café despulpado; removendo-se mecanicamente a casca e parte da mucilagem, resultando no café cereja descascado; ou removendo-se mecanicamente a casca e a mucilagem, produzindo o café desmucilado.

3.5 Fermentação decafé

A fermentação do café começa a ocorrer após a colheita. O tempo necessário para que esta etapa ocorra está relacionada com o tipo de fermentação realizada, como por exemplo, a fermentação alcoólica, acética e láctica. De maneira geral, as alterações físico-químicas que ocorrem nos grãos são a redução do teor de água e a formação de precursores de sabor e aroma (VAAST et al., 2006).

O objetivo da fermentação em todos os métodos de processamento é remover a mucilagem (LEE et al., 2015) até a diminuição do teor de água ao final da secagem dos frutos de café. Visto que as enzimas contidas nos frutos de café não são suficientes para degradar completamente a mucilagem, desta maneira, é necessário que ocorra o crescimento microbiano para que se possa produzir enzimas, como as poligalacturonases e a pectina liases, que são necessárias para hidrolisar a pectina presente na mucilagem (SILVA et al., 2013).

Os açúcares e pectinas presentes na mucilagem do fruto do cafeeiro permitem o crescimento de microrganismos, principalmente de bactérias e leveduras, que podem passar para a polpa, abrindo microporos na casca do fruto devido à perda de água pela abertura do pedúnculo após a colheita. As leveduras são responsáveis pela fermentação alcoólica, transformando a glicose em álcool etílico, gás carbônico e ATP. As bactérias são responsáveis pela fermentação acética, convertendo glicose em ácido acético, gás carbônico e ATP devido a ação de enzimas pectinolíticas e celulolíticas. (SCHWAN et al., 2014). Se houver falta de controle na fermentação a mesma pode provocar um impacto negativo, tendo aroma e sabor de mofado, fenólico, vencido, úmido e fungos, portanto, este processo tem uma relação complexa com a qualidade do café (LEE et al., 2015).

A microbiota presente naturalmente no café é diversificada e possui uma influência direta na qualidade da bebida, tanto pela degradação de compostos presentes nos grãos quanto pela excreção de metabólitos que difundem para o interior dos grãos (EVANGELISTA et al., 2014b). A ação dos microrganismos durante o processo de fermentação resulta em diferentes

cafés devido as suas características peculiares, como o corpo, acidez, aroma e adstringência (ESQUIVEL; JIMÉNEZ, 2012).

A fermentação microbiana natural do café pode influenciar a qualidade do produto final (SCHWAN; WHEALS, 2003; SILVA et al., 2000). Nesta etapa, os microrganismos estão associados com a degradação da celulose e mucilagem dos frutos, com a produção de enzimas pectinolíticas, e a formação de álcoois e ácidos, especialmente ácido acético, láctico, ácidos carboxílicos, butírico e propiônico (SILVA et al., 2000).

Uma melhor compreensão da dinâmica microbiana durante o processo de fermentação natural deve permitir uma fermentação mais rápida e de melhor qualidade ao produto final (SILVA et al., 2008). A utilização de microrganismos auxilia a remoção da mucilagem, facilitando a secagem do grão, além de produzir os metabólitos que se difundem para o interior dos grãos de café e reagem com substâncias responsáveis pelo sabor da bebida. A microbiota presente naturalmente em frutos do cafeeiro é diversificada, incluindo bactérias, leveduras e fungos filamentosos. De acordo com o tipo de processamento, a população microbiana de cada grupo pode ser alterada (SILVA et al., 2000, 2008; VILELA et al., 2010).

Trabalho realizado por Pereira et al. (2015) estudaram o potencial de *Pichia fermentans* como cultura iniciadora em café da variedade Catuaí pelo processamento via úmida, resultando em um aumento de produção de compostos de aroma volátil específicos (etanol, acetaldeído, acetato de etilo e acetato de isoamilo) e diminuiu a produção de ácido láctico durante o processo de fermentação. Além disso, a análise sensorial atestou que a utilização desta espécie foi favorável para a produção de café especial.

Os autores Pereira et al. (2016), utilizaram culturas iniciadoras no processamento de café via úmida. Verificando que a estirpe *Lactobacillus plantarum* LPBR01 reduziu o tempo de fermentação para 12 horas, aumentou a formação de compostos aromáticos voláteis, resultando em bebidas com distintas notas sensoriais se comparado ao controle.

3.6 Melaço decana-de-açúcar

O melaço de cana-de-açúcar é o licor resultante da cristalização final do açúcar, apresentando em sua composição água, carboidratos fermentecíveis como glucose, frutose e sacarose (RAMBLA et al., 1999).

O melaço é usado para produção de álcool nas destilarias anexas às usinas, mas também é utilizado para a ração animal, ou como elemento da cultura de fungos e bactérias em outros processos de fermentação, por exemplo, para produção de fermento para

panificação. Estima-se que um quarto da produção mundial de melão é usado na produção de etanol, devido a grande quantidade de sacarose (FREITAS, 2003;MAITI et. al., 2011). Além de possuir vitaminas e minerais, tais como, nitrogênio, fosfatos, cálcio e magnésio, zinco, manganês, carbono, cobre e ferro essenciais para a fermentação alcoólica, o melão é considerado um substrato de baixo custo (TOKASHIKI et al., 2011). Aliado a isso, experimentos realizados por Najafpour e Shan-Poi (2003) demonstraram um aumento na quantidade de açúcares fermentescíveis em ensaios de hidrólise enzimática de melão de cana devido da concentração de amidos presentes na cana de açúcar.

A composição química tanto do caldo de cana quanto a do melão, dependem muito da cana utilizada, portanto, são extremamente variáveis (MARQUES, 2008). A quantidade de nutrientes do melão é maior quando comparado com o do caldo de cana. Segundo Souza (2009), isso ocorre devido ao estresse induzido pelo aumento da osmolaridade externa, levando a redução em crescimento e perda da viabilidade das células das leveduras, devido às perturbações no gradiente osmótico através da membrana plasmática.

4. MATERIAIS E MÉTODOS

4.1 Materiais

Melaço de cana de açúcar foi obtido no mercado local de Lavras - MG, com pH de 5,65 e de 80° Brix.

Foram colhidos frutos de Catuaí Vermelho (*Coffea arabica L.*) maduros provenientes de um único lote, safra do ano de 2019, altitude de 1000-1100 metros, localizado no município de São Antônio do Amparo, Sudeste de Minas Gerais, Brasil. Os cafés foram processados utilizando o método de viaseca.

4.2. Delineamento Experimental

Os cafés naturais foram submetidos a fermentação em 5 diferentes tempos de fermentação (0, 36, 60, 84 e 108 horas). Foi utilizado o delineamento inteiramente casualizado (DIC), com três repetições em esquema fatorial 5x3 sendo cinco tempos de fermentação e três repetições.

Na Tabela 1 observa-se um resumo com a identificação e caracterização dos tratamentos analisados em cada tempo de fermentação.

Tabela 1. Identificação dos tratamentos.

Tratamento	Tempo de fermentação (horas)	Repetição
1 (CA)	0	1
2 (CB)	0	2
3 (CC)	0	3
4 (TA)	36	1
5 (TB)	36	2
6 (TC)	36	3
7 (SA)	60	1
8 (SB)	60	2
9 (SC)	60	3
10 (OA)	84	1
11 (OB)	84	2
12 (OC)	84	3
13 (WA)	108	1
14 (WB)	108	2
15 (WC)	108	3

Fonte: Do Autor (2019)

Os tratamentos foram indicados com as seguintes siglas CA, CB e CC (controle, nas três repetições A, B, C), TA, TB e TC (fermentação por 36 horas nas três repetições A, B, C), SA, SB e SC (fermentação por 60 horas nas três repetições A, B, C), OA, OB e OC

(fermentação por 84 horas nas três repetições A, B, C) e WA, WB e WC (fermentação por 108 horas nas três repetições A, B,C).

4.3.Fermentação e secagem do café

Os cafés cereja (previamente selecionados) foram homogeneizados com o melão de cana-de-açúcar utilizando a proporção de 5kg de café com 200mL de melão. A mistura foi colocada em um recipiente de plástico e tampado com tampa com airlock, com intuito de que a fermentação fosse anaeróbica. Ao final de cada tempo de fermentação: 36h, 60h, 84h e 108 h, os cafés foram transferidos para terreiros suspensos para secagem. Durante o processo de fermentação foi monitorado a temperatura, teor de sólidos solúveis e pH de cada recipientediariamente.

Todos os tratamentos foram secos expostos ao sol, revolvidos quatro vezes ao dia, e dispostos em camadas, de aproximadamente 5 a 8 cm, até que atingissem 30% de umidade. Após isso, as camadas foram engrossadas e ao final do dia o café era disposto em leiras até chegar a 11% de umidade.

Os cafés naturais após serem secos em terreiro suspenso foram acondicionados em 2 embalagens: embalagem de papel kraft permeável a umidade e gases e embalagem de plástico de barreira a umidade e luz. Após um período de descanso de 45 dias os cafés foram beneficiados.

Foram retirados os grãos defeituosos e foram passados nas peneiras, sendo que foram selecionados apenas os de 16 e acima foram, então, enviados para análise sensorial.

4.4. Análise sensorial

A análise sensorial foi realizada por três juízes Certificados pela *Specialty Coffee Association* (SCA) com a utilização do protocolo da SCA, de acordo com a metodologia proposta por Lingle (2011), para avaliação sensorial de cafés especiais. Nesta metodologia há a atribuição de notas para fragrância/aroma, acidez, corpo, sabor, finalização, doçura, uniformidade, xícara limpa, equilíbrio e impressão global. Sendo que, para um café ser considerado especial, o mesmo tem que pontuar entre 80 a 100pontos.

Utilizou-se 100g de grãos de café verde peneira 16 e acima para a execução do processo de torra em um torrador de amostra pelos critérios estabelecidos pelo protocolo da SCA, no qual a temperatura foi monitorada para que o tempo de torra não fosse inferior a 8 minutos ou superior a 12 minutos.

4.5. Análise de pH e temperatura

A leitura do pH foi realizada diretamente com pHmetro portátil (modelo HI99163, HANNA INSTRUMENTS) de ponta fina de penetração, de acordo com a metodologia de Báron (2016). Após a calibração com solução tampão de pH, foi medido em triplicata cada repetição de café fermentado.

A temperatura dos recipientes foi medida durante toda a fermentação com um termômetro digital tipo espeto (INCOTERM).

4.6. Análise de Sólidos solúveis

A análise de sólidos solúveis foi realizada em triplicata em todas as repetições utilizando refratômetro analógico (modelo RHB0 – 90, AKSO).

4.7. Análise estatística

Os resultados obtidos pelas análises físico-químicas foram avaliados por teste de média.

Para a avaliação dos resultados obtidos pela análise sensorial da bebida foi utilizada a análise estatística univariada (ANOVA) e o teste de Tukey para comparações múltiplas com médias com nível de significância de 5% ($p < 0,05$) por meio do software SISVAR® de acordo com metodologia proposta por (FERREIRA, 2011).

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1. Análise do pH e temperatura

Na tabela 2 encontram-se os valores das médias de pH dos tratamentos.

Tabela 2: pH cafés fermentados nos tempos 0, 36, 60, 84 e 108 horas.

<u>Tratamento</u>	<u>Tempo de fermentação (horas)</u>	<u>pH</u>
(C)	0	6,49 ± 0,03 ^a
(T)	36	4,68 ± 0,14 ^b
(S)	60	4,42 ± 0,03 ^c
(O)	84	4,23 ± 0,02 ^c
(W)	108	4,00 ± 0,04 ^d

Fonte: Do Autor (2019)

Observa-se (Tabela 2) que houve um declínio do pH a medida que o processo de fermentação foi evoluindo. No tempo 0 horas o pH era de 6,49 e no tempo 108 horas igual a 4,00. Sendo que houve diferença significativa como pode-se observar na Tabela 2. No decorrer do processo da fermentação o pH pode variar por diversas razões, dentre elas as variações devido ao consumo de fontes de nitrogênio e formação de ácidos, tais como acético, láctico, pirúvico, succínico (RIBEIRO,2010).

Segundo Ribeiro (2010), o crescimento de microrganismos e formação de produto como ácido pirúvico, etanol e gás carbônico, ocorrem em altas velocidades e por isso devem ser controlados nas fermentações. Embora exista exceções, as bactérias usualmente se desenvolvem no intervalo de pH entre 4 a 8, as leveduras entre 3 e 6, mofos entre 3 e 7 e as células superiores na faixa entre 6,5 e 7,5. Como uma consequência, o pH pode ser usado para selecionar preferencialmente as leveduras sobre as bactérias e diminuir a susceptibilidade á contaminação bacteriana.

Rodrigues Filho et.al, (1999) verificaram que deve ser feito uma correção do meio da fermentação da cachaça para o ajuste do pH entre 4 e 5, sendo que o pH abaixo de 4 aumenta

muito a produção de alcoóis superiores e o pH acima de 5 aumenta a produção de ácido acético e de furfural.

Os resultados obtidos para análise de sólidos solúveis apresentados na tabela 3.

Tabela 2: Temperatura

<u>Tratamento</u>	<u>Tempo de fermentação (horas)</u>	<u>Temperatura (° C)</u>
(C)	0	25,00 ± 0,03
(T)	36	26,00 ± 0,06
(S)	60	24,00 ± 0,03
(O)	84	25,00 ± 0,05
(W)	108	15,00 ± 0,04

Fonte: Do Autor (2019).

A temperatura é um dos fatores ambientais mais importantes que influenciam no crescimento e sobrevivência dos organismos. Temperaturas muito baixas dificultam o crescimento, pois desaceleram os processos vitais da célula, porém temperaturas elevadas também são um problema, pois provocam a desnaturação térmica das proteínas, em especial das enzimas (PATO, 1998).

Para a maioria das leveduras a temperatura ótima para a fermentação de vinho é de 25°C a 30°C, embora existam leveduras que atuam a baixas temperaturas, ao redor de 10°C (RIZZON et al., 1996).

5.2. Análise de Sólidos solúveis

Os resultados obtidos para análise de sólidos solúveis apresentados na tabela 4.

Tabela 4: Teor de sólidos solúveis nos cafés fermentados nos tempos 0, 36, 60, 84 e 108 horas.

Tratamento	Tempo de fermentação (horas)	Média
(C)	0	15,00 ± 0,00 ^a
(T)	36	25,60 ± 4,04 ^c
(S)	60	24,33 ± 1,52 ^{bc}
(O)	84	19,66 ± 1,52 ^{ab}
(W)	108	16,66 ± 0,57 ^a

Fonte: Do Autor (2019)

Na Tabela 4 pode-se observar que o teor de sólidos solúveis do tratamento C (controle) apresentou o menor valor quando comparado com os demais tratamentos, pois o mesmo não foi misturado com o melaço de cana, porém o mesmo não difere do tratamento O (84 horas) e W (108 horas). Segundo Aquarone et al (1993) após a fase de adaptação as leveduras começam a atuar consumindo diariamente os açúcares, ocorrendo assim à conversão de açúcar em etanol e gás carbônico, promovendo uma diminuição da concentração inicial de sólidos solúveis. Como observado, no presente estudo, no qual foi adicionado melaço ao meio e este apresenta uma alta concentração de açúcares, e a partir disso o teor de sólidos solúveis aumentou do tratamento controle (C) para o tratamento (T) e em seguida esse teor começou a diminuir nos tratamentos S e W. Ou seja, os frutos absorvem o açúcar do meio até entrar em equilíbrio e em seguida os açúcares são consumidos pelo processo de fermentação.

5.3. Análise sensorial

Na tabela 4 encontram-se a pontuação final sensorial média dos tratamentos analisados.

Tabela 4. Pontuação final sensorial média dos tratamentos.

Tratamento	Tempo de fermentação (horas)	Nota final
(C)	0	84,22 ± 0,58 ^a
(T)	36	84,72 ± 1,75 ^{ab}
(S)	60	87,02 ± 0,40 ^c
(O)	84	85,61 ± 1,39 ^b
(W)	108	87,00 ± 1,01 ^c

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey (p<0.05).

Fonte: Do Autor (2019)

Pode-se observar na Tabela 4 que notas finais da avaliação sensorial do tratamento C (controle) se difere do tratamento O (fermentado por 84 horas), que diferem do tratamento S (fermentado por 60 horas) e do W (fermentado por 108 horas). Portanto, o tempo de fermentação interferiu na avaliação sensorial. Sendo a pior nota obtida para o tratamento C e as melhores notas para os cafés fermentados por 64 horas (S) e 108 horas (W). Observa-se que houve um aumento de 2,8 pontos na nota final sensorial dos cafés quando submetidos a uma fermentação acima de 60 horas. Este resultado é muito interessante, visto que, esse aumento é expressivo e representa uma relevante agregação de valor ao café no momento da comercialização.

Os comentários sobre as características sensoriais que os juizes descreveram estão apresentados na tabela 6.

Tabela 6: Descrição das características sensoriais.

Tratamento	Tempo de Fermentação (horas)	Notas sensoriais
(C)	0	notas de caramelo, chocolate, crítico e frutas cítricas como laranja e limão.
(T)	36	notas de frutado, frutas vermelhas, frutas amarelas, mel e melado
(S)	60	notas de frutado, frutas amarelas, melado, rapadura, mel, nuts e frutas cítricas
(O)	84	notas de frutas amarelas, mel, melado, alcoólico, floral
(W)	108	notas de frutado, mel, melado, açúcar mascavo, frutas amarelas e vermelhas

Fonte: Do Autor (2019)

Segundo Elías (1979) a variedade Catuaí Amarelo tem uma alta concentração de proteína, pectina e carboidratos. O valor de aproximação da composição pode mudar, de acordo com cada variedade de café e com as práticas agrícolas locais. Sendo que, em geral o fruto de café apresenta uma alta umidade (50% ou mais) (Brando & Brando, 2015). O alto teor de água e a presença de proteína, açúcares e minerais no grão de café, fornece um excelente substrato para o crescimento microbológico que serve para degradar e solubilizar a mucilagem que permanece aderida ao grão(Silva,2014).

O caráter essencial das bebidas é determinado pela a variedade de metabólitos secundários que são produzidos pelas leveduras durante a fermentação (Boulton e Quain, 2001). Os principais compostos secundários que influenciam o aroma e sabor das bebidas fermentadas são: os ácidos orgânicos, os compostos carbonílicos, os alcoóis superiores e os ésteres voláteis. Dentre estes, os alcoóis superiores e os ésteres voláteis representam o maior

grupo e mais importante, já que são responsáveis pelo aroma floral e frutado altamente desejados nas bebidas alcoólicas (Verstrepen et al., 2003), assim como o glicerol (Vila Nova et al 2009). A quantidade desses compostos depende de muitos fatores, mas principalmente das condições de fermentação, a natureza da fonte de nitrogênio e da cepa de levedura utilizada (Pisarnitskii, 2001; Carrau et al., 2008). Alguns desses compostos contribuem positivamente para a qualidade final do produto, enquanto outros dão notas indesejáveis “off flavours”.

6. CONCLUSÃO

A utilização de melaço de cana de açúcar na etapa de fermentação do café pode ser de grande interesse, principalmente pela produção de compostos que irão ajudar na melhoria da qualidade sensorial, proporcionando sabor diferenciado à bebida.

Resultados da análise sensorial do presente trabalho mostraram que os tempos de fermentação que apresentaram melhores resultados foi o tempo de 60 e 108 horas.

A fermentação dos cafés com adição de melaço aumentaram as notas sensoriais em 2,8 pontos SCA.

REFERÊNCIAS

ABIC. Associação brasileira da indústria de café. História. Disponível em: <<http://www.abic.com.br/publique/cgi/cgilua.exe/sys/start.htm?sid=38>>. Acesso em: 22 set. 2019.

ALCARDE, A.R. **Processamento da cana-de-açúcar**. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Embrapa. 2007, Brasília, DF. Anais.

AQUARONE, E; LIMA, U. A.; BORZANI, W. Alimentos e bebidas produzidos por fermentação. 4 ed. São Paulo: Edgard Blugher Ltda., 1993.

BELITZ, H. D.; GROSCH, W.; SCHIEBERLE, P (Eds.) **Coffee, tea, cocoa**. Food Chemistry. Leipzig: Springer. 4. ed. 2009. p. 938–951.

BRANDO, C. H. J.; BRANDO, M. F. P. Methods of coffee fermentation and drying. In: R. F. Schwan & G. H. Fleet (Eds.), **Cocoa and Coffee Fermentations**. New York: CRC Press, 2014, p. 367-396.

BRANDO, C. H. J H. Harvesting and green coffee processing. In: **Coffee: growing, processing, sustainable production**. [S.I]: Wiley, 2004. p.605-714.

BORÉM, F. M. **Pós-colheita do café**. Lavras: UFLA, 2008, p. 129-234.

BORÉM, F. M. **Pós-colheita do café**. Lavras: UFLA, 2004, p.127

BOULTON, C.; QUAIN, D. Brewing yeast and fermentation. Wiley Online Library, 2001

CAMPANHA, F. G.; DIAS, R. C. E.; BENASSI, M. T. Discrimination of coffee species using kahweol and cafestol: effects of roasting and of defects. **Coffee Science**, v. 5, p. 87-96, 2010.

CARRAU, F. M. et al. Production of fermentation aroma compounds by *Saccharomyces cerevisiae* wine yeasts: effects of yeast assimilable nitrogen on two model strains. *FEMS yeast research*, v. 8, n. 7, p. 1196-1207, 2008. ISSN1567-1364.

CHALFOUN, S. M.; REIS, P. R. História da cafeicultura no Brasil. In: REIS, P. R.; CUNHA, R. L. da (Ed). **Café arábica: do plantio à colheita**. Lavras: EPAMIG, 2010. p. 23-85.

CHI, T.Q; TUAN, N.D.A; LAN, N.N. Coffee yearbook in 2008 & Outlook for 2009. Ministry of Agriculture and Rural Development. Institute of Policy and Strategy for Agriculture and Rural Development, February, 20 p. (não publicado), 2009.

CHIN, S.T.; EYRES, G. T.; MARRIOTT, P. J. Application of integrated comprehensive/multidimensional gas chromatography with mass spectrometry and olfactometry for aroma analysis in wine and coffee. **Food Chemistry**, v. 185, p. 355-361, 2015.

CUNHA, D. A. Integração de preços no mercado internacional de café. Universidade Federal de Viçosa, Dissertação de Mestrado, junho, 2008.

DAVIS, A. P. et al. An annotated taxonomic conspectus of the genus *Coffea*(Rubiaceae). **Botanical Journal of the Linnean Society**, v. 152, p. 465-512, 2006.

ELÍAS, L. G. Composición química de la pulpa de café y otros subproductos. In: BRAHAM, J. E.; BRESSANI, R. (Eds.). **Pulpa de café: composición, tecnología y utilización**. Panamá: INCAP, 1978. p. 19-29.

ESQUIVEL, P.; JIMÉNEZ, V. M. Functional properties of coffee and coffee by- products. **Food Research International**, v. 46, p. 488-496, 2012.

EVANGELISTA, S. R. et al. Improvement of coffee beverage quality by using selected yeasts strains during the fermentation in dry process. **Food ResearchInternational**, v. 61, p. 183-195, 2014b.

FAO, 2015. FAO Statistical Pocketbook Coffee 2015. Disponível em <<http://www.fao.org/3/a-i4985e.pdf>>. Acesso em: 26 nov. 2019.

FREITAS, R.R. **Caracterização tecno-organizacional das interações entre agroindústria de primeiro processamento agrícola dos complexos citrícola e sucroalcooleiro e seus clientes industriais da indústria de alimentos.** 2003.

KITZBERGER, C. S. G. et al. Composição química de cafés arábica de cultivares tradicionais e modernas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 48, n. 11, p. 1498-1506, 2013.

KWON, D.J. et al. Assessment of green coffee bean metabolites dependent on coffee quality using a 1H NMR-based metabolomics approach. *Food Research International*, v. 67, p. 175-182, 2015.

LIMA, U. A.; BASSO, L. C.; AMORIM, H. V. In: LIMA, U. A. (Coord.). *Biotecnologia Industrial: Processos Fermentativos e Enzimáticos*. São Paulo: Edgard Blücher, 2001. p.1-43. (Biotecnologia Industrial); v.3

LEE, L. W. et al. Coffee fermentation and flavor – An intricate and delicate relationship. **Food Chemistry**, v. 185, p. 182-191, 2015.

LEROY, T. et al. Genetics of coffee quality. **Brazilian Journal of Plant Physiology**, v. 18, p. 229-242, 2006.

NAJAFPOUR, D. G.; SHAN-POI, C. Enzymatic hydrolysis of molasses. **Bioresource Technology**, Essex, v. 86, p. 91-94, 2003.

MAITI, B.; RATHORE, A.; SRIVASTAVA, S.; SHEKHAWAT, M.; SRIVASTAVA, P. **Optimization of process parameters for ethanol production from sugar cane molasses by *Zymomonas mobilis* using response surface methodology and genetic algorithm.** BIOENERGY AND BIOFUELS. Applied Microbiology and Biotechnology. India, 2011.

MARQUES, A. S. **Estudo da Influência da Complementação de Nutrientes no mosto Sobre o Processo de Fermentação Alcoólica em Batelada**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Alagoas. Maceió-AL, 2008.

PATO, O. O vinho: sua preparação e conservação. 10ª edição. Lisboa: Clássica Editora, 1998.

PEREIRA, G. V. M. de et al. Conducting starter culture-controlled fermentations of coffee beans during on-farm wet processing: Growth, metabolic analyses and sensorial effects. *Food Research International*, v. 75, p. 348–356, 2015.

PEREIRA, G. V. M. de et al. Potential of lactic acid bacteria to improve the fermentation and quality of coffee during on-farm processing. *International Journal of Food Science and Technology*, v. 51, p. 1689-1695, 2016.

PIMENTA, C. J. **Qualidade de café**. Lavras: UFLA, 2003. p. 77-160.

PISARNITSKII, A. Formation of Wine Aroma: Tones and Imperfections Caused by Minor Components (Review). *Applied Biochemistry and Microbiology*, v. 37, n. 6, p. 552-560, 2001. ISSN0003-6838.

RAMBLA, M.A O; PRADA, A R.; COOPAT, T.S. CARRACEDO, G.B. **Méis. Manual dos derivados da cana-de-açúcar. Instituto Cubano de Pesquisas dos Derivados da Cana-de-Açúcar**. Cap. 2.4, p. 49-55. 1999

RIBEIRO, E.J, Apresentação Dia Nacional do profissional da Química e II Escola da Química, 2006. RIBEIRO. F.A.M. Fermentação Alcoólica. ModuloII, Processamento na industria sucroalcooleira. Apostila. Uberaba: FAZU.2010.

RIZZON, L. A.; SGANZERLA, V. M. A. Ácidos tartárico e málico no mosto de uva em Bento Gonçalves-RS. *Ciência Rural*, v.37, n.3, p. 911-914, Santa Maria, 1997.

RODRIGUES FILHO, André; Oliveira, Reinaldo Numes de. Tecnologia de Produção de cana-de-açúcar e cachaça de Minas de Qualidade. EMATER. Belo Horizonte.1999.

SAES, M.S.M. Estratégias de Diferenciação e Apropriação da Quase-Renda na Agricultura. São Paulo: Annablume/ Fapesp, 197 p., 2009.

SAKIYAMA, N. S.; FERRÃO, A. G. Botany and Production of Coffee. In: R. F. SCHWAN, N. S. FLEET, G. H. (Eds.) **Cocoa and Coffee Fermentations**. New York: CRC Press, 2014. p. 341-366.

SCHWAN et al. Coffee. In: BAMFORTH, C. W; WARD, R. E. (Eds.) **The Oxford Handbook of Food Fermentations**. New York: Oxford University Press, 2014. 704 p.

SILVA, C. F. et al. Microbial diversity during maturation and natural processing of coffee cherries of *Coffea arabica* in Brazil. *International Journal of Food Microbiology*, v. 60, n. 2-3, p. 251-260, 2000.

SILVA, C. F. et al. Succession of bacterial and fungal communities during natural coffee (*Coffea arabica*) fermentation. *Food Microbiology*, v. 25, p. 951-957, 2008.

SILVA, C. F. et al. Evaluation of a potential starter culture for enhance quality of coffee fermentation. **World Journal of Microbiology and Biotechnology**, v. 29, p. 235-347, 2013

SILVA, C. F. Microbial activity during coffee fermentation. In: SCHWAN, R. F.; FLEET, G. H. (Eds.), **Cocoa and Coffee Fermentations**. New York.: CRC Press, 2014. p. 398-423..

SOUSA, A. G.; COSTA, T. H. M. de. Usual coffee intake in Brazil: results from the National Dietary Survey 2008–9. **British Journal of Nutrition**, v. 113, p. 1615–1620, 2015.

SOUZA, C.S. **Avaliação da produção de etanol em temperaturas elevadas por uma linhagem de *Saccharomyces cerevisiae***. Tese (Doutorado em biotecnologia). Instituto Butantan - Instituto de Pesquisas Tecnológicas, São Paulo, 2009.

TARZIA, A.; SCHOLZ, M. B. S.; OLIVEIRA C. L. P. de. Influence of the postharvest processing method on polysaccharides and coffee beverages. **International Journal of Food Science & Technology**, v. 45, n. 10, p. 2167-2175, 2010.

TOKASHIKI, T.; YAMAMOTO, H. WATANABE, H; NAKAJIMA, R; SHIMA, J. A **Functional compound contained sugar cane molasses the fermentation ability of baker's**

yeast in high-sugar dough. Journal of General and Applied Microbiology. V.57. Japan, 2011.

VAAST, P. et al. Fruit thinning and shade improve bean characteristics and beverage quality of coffee (*Coffea Arabica* L.) under optimal conditions. **Journal Science food Agriculture**, v. 86, n. 2, p. 197-204,2006.

VERSTREPEN, K. J. et al. Flavor-active esters: adding fruitiness to beer. Journal of bioscience and bioengineering, v. 96, n. 2, p. 110-118, 2003. ISSN 1389-1723.

VILELA, D. M., et al. Molecular ecology and polyphasic characterization of the microbiota associated with semi-dry processed coffee (*Coffea arabica* L.). **Food Microbiology**, v. 27, n. 8, p. 1128-1135

