

Influência da temperatura e método de secagem do café (*Coffea arabica*) nas características físico-químicas e sensoriais da bebida

RESUMO

Ana Carolina Cateli Ferreira
anacateli2@gmail.com
orcid.org/0000-0002-7234-1563
Universidade Estadual de Maringá,
Umuarama, Paraná, Brasil.

Flávia Daiana Montanuci
flamontanuci@yahoo.com.br
orcid.org/0000-0003-2024-8794
Universidade Estadual de Maringá,
Umuarama, Paraná, Brasil.

A qualidade do café depende de fatores pós a colheita como secagem, torra e armazenamento. A eficiência da secagem é diretamente influenciada pela temperatura e umidade deste sistema. Este trabalho teve como objetivo avaliar a influência da temperatura de secagem e dos métodos de secagem contínuo e intermitente nas características da bebida café. Após o processo de secagem do café, a torra foi realizada pelo método tradicional e a reidratação do pó por meio da infusão em água quente. Desta forma analisou-se de forma físico-química e sensorial a bebida. Para o pó de café, obteve-se teores de proteína entre 16 a 17% e umidade entre 2 a 3%. Para a bebida, obteve-se pH entre 5,6 a 5,8, índice de absorção de água entre 3,2 a 3,7% e índice de solubilidade entre 0,05 e 0,26%, compostos fenólicos entre 4,1 a 4,8 g de equivalente de ácido gálico (EAG) 100 g⁻¹ e açúcares redutores entre 0,7 a 1%. Por meio da análise sensorial, pode-se verificar a diferença significativa das amostras e a classificação da bebida proveniente da secagem continua a 60 °C com nota maior no atributo sabor de café. A Análise de Componentes Principais (ACP) posicionou as amostras no plano de acordo com as análises físico-química e sensorial.

PALAVRAS-CHAVE: Qualidade. Café. Análise físico-química. Sensorial. Bebida.

INTRODUÇÃO

A história do café no Brasil ressalta a sua importância socioeconômica. Por séculos o Brasil esteve ligado aos caminhos da cafeicultura e o café ajudou no desenvolvimento do país. Atualmente as exportações nacionais movimentam em torno de 60 bilhões de dólares e aproximadamente 10% dessa movimentação é devido ao setor cafeeiro (BOREM, 2008 apud OLIVEIRA, 2018).

A qualidade do café é uma característica complexa, a qual afeta diretamente o valor agregado ao mesmo, sendo influenciada por parâmetros físicos e sensoriais (POLTRONIERI e ROSSI, 2016). A manutenção e garantia desta qualidade pós-colheita pode ser obtida por meio da secagem, a qual proporciona aumento de vida útil, armazenamento e comercialização deste produto.

A eficiência da secagem está diretamente relacionada com a temperatura e umidade do sistema utilizado (ALONSO-TORRES et al., 2013). Dentre os tipos de secagens, os mais utilizados são a secagem natural e a secagem forçada. A secagem ao sol (natural) depende apenas da luz solar, o que torna esta técnica de fácil execução, entretanto, se torna difícil obter um café de qualidade, devido à alta absorção de umidade, acarretando a fermentação e deterioração deste produto antes mesmo de seu processamento (POLTRONIERI e ROSSI, 2016).

No processo industrial se emprega o uso de secadores mecânicos com um sistema de ventilação forçada, reduzindo o tempo de secagem e mantendo a temperatura constante, evitando a interação com o ambiente (PALACIN et al., 2009). A secagem intermitente consiste em interromper o processo de secagem por horas ou dias, e tem apresentado resultados benéficos na qualidade do café e na redução de custos.

Após a secagem torna-se necessário a torra do café, devido às complexas transformações que esta técnica propicia, sendo possível modificar vários atributos, como: aroma, sabor e cor, totalmente perceptíveis ao consumidor (ALONSO-TORRES et al., 2013). A torrefação do café ocorre em duas fases. Em uma primeira fase, o grão é apenas seco até uma temperatura de no máximo 160 °C, esta elevação de temperatura tem um limite para que não ocorram mudanças bruscas. Em uma segunda fase, o grão atinge temperatura entre 160 °C e 260 °C, durante esta fase, reações pirolíticas e de polimerização ocorrem, liberando gás

carbônico e ocasionando mudanças, principalmente na cor, devido à caramelização dos açúcares. Neste intervalo, os grãos perdem de 15 a 19% em umidade (FRANÇA et al., 2009). Alguns autores citam uma terceira etapa de torrefação, o resfriamento. Etapa necessária para evitar a carbonização do grão, promovendo o resfriamento imediato por injeção de ar frio ou aspersão de água (BAGGENSTOSS et al., 2007). Portanto o objetivo deste trabalho foi avaliar a influência da temperatura e método de secagem contínuo e intermitente nas características finais do café, analisado de forma físico-química e sensorial.

MATERIAL E MÉTODOS

CINÉTICA DE SECAGEM

Foi utilizado 10 kg de café do cultivar *Coffea arábica* da região noroeste do Paraná da colheita de março de 2018, que foram doados por pequenos agricultores. A secagem do café foi realizada de forma artificial em estufa de recirculação de ar (Marconi MA 035) em camada fina em bandejas de 3 cm de altura. Uma amostra foi seca na temperatura de 60 °C e outra a 80 °C. Nas duas temperaturas foi realizado o método contínuo e intermitente. Na forma contínua foi colocada a amostra em estufa e deixado secar sem interrupção até atingir a umidade de equilíbrio e na secagem intermitente a amostra ficava uma hora na temperatura de secagem e depois uma hora em descanso no dissecador até atingir a umidade de equilíbrio.

A umidade de equilíbrio é o momento que toda a umidade do café foi eliminada e ela mantém a umidade por um período de tempo sem degradação da amostra, geralmente para grãos essa umidade é de 11 a 8%, é o momento que só resta a água de constituição dos grãos. Essa umidade é recomendada para o armazenamento, pois diminui a atividade microbológica evitando mofo, infestação por carunchos e oxidação, e é diretamente influenciada pela temperatura de secagem. Neste estudo na temperatura de 60 °C no método contínuo a secagem foi de 11 horas e no intermitente 20 horas e na temperatura de 80 °C a secagem foi de 8 horas método contínuo e 9 horas método intermitente.

Também foi utilizada uma amostra de café seca ao sol, método natural como amostra de controle. Totalizando cinco amostras, conforme Tabela 1. Após a secagem as amostras foram torradas, moídas e armazenada para as análises.

Tabela 1—Amostras secas com diferentes temperaturas e método de secagem

Amostras	Processamento
Controle	Secagem Natural
1	Secagem Contínua a 60 °C
2	Secagem Intermitente a 60 °C
4	Secagem Contínua a 80 °C

Fonte: Elaborada pelos autores (2020).

TORRA, MOAGEM E EXTRAÇÃO

A torra foi realizada de maneira adaptada pela metodologia de Correa et al. (2014), uma panela aquecedora com haste de rotação tipo um tacho encamisado foi adaptado ao fogão, propiciando um sistema com aquecimento e agitação com controle de temperatura de 230 °C. A torra foi realizada por 10 minutos para todas as amostras. A moagem do café torrado foi realizada em moinho de facas (Tecnal), as amostras foram guardadas em embalagens plásticas sem a presença de oxigênio.

A extração da bebida em água quente foi realizada a 80 °C por 30 minutos na proporção de 5,5% m/v em banho termostático (marca Solab) com temperatura controlada. Logo após o preparo do extrato foi realizado as análises físico-químicas.

COMPOSIÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DO GRÃO DE CAFÉ

Determinação do Teor de Umidade, Teor de Proteínas e Cor dos Grãos de Café

A determinação do teor de umidade foi realizada pelo método de estufa (Logen Scientific) a 105 °C até amostra atingir umidade de equilíbrio (Equação 1).

$$\text{Umidade \%} = 100 \cdot \frac{\text{Peso da amostra úmida}}{\text{Peso da amostra seca}} \quad (1)$$

A determinação do teor de proteínas pelo método de Kheljdahl (Destilador Tecnal TE – 036/1) utilizando fator de correção 6,25, em triplicata, de acordo com a metodologia estabelecida pela Association Of Official Analytical Chemists (AOAC, 1995), conforme Equação 2.

$$\text{Teor de Proteínas} = 6,25 \times \%N \quad (2)$$

A colorimetria foi realizada com auxílio de um colorímetro digital (Chroma meter CR-400) em três repetições, com leitura direta de reflectância das coordenadas L^* (luminosidade), a^* (tonalidades vermelha/verde) e b^* (tonalidades amarela/azul).

Classificação Granulométrica, Índice de Absorção de Água (%IAA) e Índice de Solubilidade em Água (%ISA)

A classificação granulométrica foi realizada com o auxílio de um conjunto de peneiras (Abronzinox) para obter partículas de 0,19mm a 0,69mm.

O Índice de Absorção de Água foi adaptado do método citado por Sharma et al. (2011). Em um tubo de centrifuga com tampa, foi introduzido 1,25 g de amostra e adicionado 15 mL de água. Em seguida, a solução foi centrifugada (Femto) por 10 minutos a 3000 rpm. O líquido sobrenadante foi recolhido em béquer tarado e colocado na estufa por 105 °C durante 24 horas. O resíduo remanescente no tubo foi pesado. Com esses dados, foi então calculado, a partir da Equação 3, o índice de absorção de água (IAA), expresso em grama de gel por grama de matéria seca.

$$\%IAA = \frac{PRC}{PA - PRE} \quad (3)$$

Onde PRC é a massa do resíduo da centrifugação (g), PA é a massa da amostra (g), e PRE é a massa do resíduo da evaporação (g).

O Índice de Solubilidade em Água (%ISA) foi determinado pela relação entre o peso do resíduo da evaporação e o peso seco da amostra (Equação 4).

$$\%ISA = \frac{PRE}{PA} \quad (4)$$

EXTRAÇÃO E COMPOSIÇÃO DAS BEBIDAS DE CAFÉ

Foram produzidas bebidas das cinco amostras com reidratação na temperatura de 80 °C durante 30 minutos, para verificar a quantidade de compostos solúveis extraída do pó e a composição físico-química das bebidas. As bebidas foram preparadas na proporção de 5,5% m/v (SCAA, 2008). Também foi

analisado pH, conteúdo de sólidos solúveis e cor (Calorímetro Chroma meter CR-400)(L*, a*, b*), segundo a metodologia da AOAC (1995).

Da bebida foi analisada a quantidade de sólidos solúveis na fase líquida por meio da coleta de uma alíquota da bebida seguida de secagem em estufa (Logen Scientific) a 105 °C por 24 horas, o que restou em peso após a evaporação da água é a quantidade de sólidos solúveis. Para análise de pH uma pequena fração da amostra foi medida usando um pHmetro digital.

A quantificação de compostos fenólicos totais (CFT) foi realizada por Folin-Ciocalteu, conforme descrito por Singleton, Orthofer e Lamuela-Raventós (1999), com algumas modificações. Uma alíquota de 0,5 mL dos extratos foi adicionada a tubos contendo 2,5 mL de solução aquosa do reativo Folin-Ciocalteu a 10% e 2,0 mL de carbonato de sódio a 7,5%. A mistura foi incubada por 5 minutos em banho-Maria (Solab) a 50 °C e posteriormente, a absorbância foi lida a 760 nm no espectrofotômetro UV (Femto). A concentração total de fenóis de cada extrato foi quantificada por meio de uma curva padrão preparada com ácido gálico e os resultados foram expressos em mg de equivalente de ácido gálico/100 g de amostra (mg EAG/100 g).

O teor de açúcares redutores foi obtido pela metodologia DNS, análise espectrofotométrica, baseada no emprego do ácido 3,5-dinitrosalicílico, com leitura da intensidade da cor em espectrofotômetro a 540 nm (Miller, 1959).

ANÁLISE SENSORIAL

A análise sensorial foi realizada no Laboratório de Análise Sensorial do departamento de Tecnologia, da Universidade Estadual de Maringá (UEM) campus regional de Umuarama. As amostras foram servidas na temperatura de 80 °C adoçadas em copos plásticos individuais codificados com números aleatórios de três dígitos. Para a realização da análise sensorial, foi solicitado aprovação e autorização do comitê de ética, o protocolo CAEE: 66472017.9.0000.0104 e solicitado ao participante o preenchimento do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.

O teste utilizado foi o de ordenação, que avalia três ou mais amostras, simultaneamente, ordenando-as em relação à intensidade de um atributo

específico ou de sua preferência. Uma série de cinco amostras codificadas aleatorizadas foi apresentada ao julgador para que ele ordenasse em ordem crescente ou decrescente da intensidade do atributo específico ou mais preferido. O resultado é dado pela soma das ordens obtidas dos julgadores a cada uma das amostras. A avaliação estatística foi realizada pelo teste de Friedman utilizando a tabela de Newell e MacFarlane para verificar se há ou não diferença significativa entre as amostras. Se a diferença entre as somas das ordens for maior ou igual ao valor tabelado, conclui-se que existe diferença significativa entre as amostras ao nível de significância correspondente (IAL, 2008). Realizou-se o teste com 60 provadores não treinados, para o teste de preferência unilateral.

ANÁLISES ESTATÍSTICAS

Todas as determinações foram realizadas em triplicata. As médias das análises físicas e químicas, assim como do teste de ordenação foram analisadas estatisticamente pela Análise de Variância ANOVA, teste de Tukey ao nível de significância de 5%, e Análise de Componentes Principais (ACP) utilizando o programa Statistica 2010.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

COMPOSIÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DOS GRÃOS DE CAFÉ

Inicialmente os grãos despulpados e limpos continham 60% de umidade em base seca. Na secagem a 80 °C no método contínuo por 8 horas, a umidade final foi de 8,10%, no experimento intermitente de 8,03% em 9 horas de secagem. Na secagem a 60 °C no método contínuo a umidade final foi de 7,48% em 11 horas, enquanto no experimento intermitente, a umidade final foi de 8,88% após 20 horas de secagem. A amostra seca ao sol apresentou umidade final de 8%. Com a diminuição da umidade elimina-se os riscos com respiração, oxidação, fermentações e desenvolvimento de fungos e bactérias. A qualidade poderá ser prejudicada em decorrência de alterações físicas, químicas e sensoriais indesejáveis, portanto a utilização de melhores técnicas de secagem é importante e influi sobre a qualidade final do produto (OLIVEIRA, 2018).

O teor de proteína dos grãos do café foi analisado antes e após a torra para avaliar se o processo de torra tinha influência no teor final de proteína (Tabela 2). Antes da torra, os grãos de café seco apresentaram teores variando entre 13,63 a 17,09%, apresentando diferença significativa para as diferentes temperaturas e métodos. O café torrado apresentou teor de proteína entre 16,38 a 17,93% (Tabela 2) não apresentando diferença entre os tratamentos de secagem. Houve diferença significativa antes e após a torra, os valores de proteína aumentaram devido o processo de torra. Demonstrando que a alta temperatura não desnatura a proteína do café. Segundo a Tabela TACO, os cafés em pó devem conter no mínimo 14,7% de proteínas, portanto os valores encontrados neste trabalho estão dentro da faixa adequada de teor de proteína.

Taveira et al. (2012) obtiveram valores de teor de proteína entre 13 a 17%, com variação significativa entre os métodos de secagem, apresentando os maiores teores nos grãos secos a 80 °C. Kitzberger et al. (2013) obtiveram valores entre 16 a 18% em grãos secos naturalmente (secagem ao sol) a aproximadamente 26,3 °C.

O teor de umidade para o café torrado (Tabela 2) apresentou valores entre 1,92 a 3,69%. Estes valores se apresentam próximos aos obtidos por Santos et al. (2009) na faixa de 3,1 a 3,6% com método de preparo via úmida com tipos distintos de secagens.

Tabela 2- Teor de proteína e umidade dos grãos de café

Processamento	Teor de proteínas (%) grão seco	Teor de proteínas (%) café torrado	Teor de umidade (%) café torrado
Secagem Natural	13,63 ± 0,0006 ^{eB}	16,38±0,0001 ^{aA}	2,31 ± 0,22 ^c
Secagem Continua a 60 °C	14,18± 0,0588 ^{dB}	17,00±0,0011 ^{aA}	1,92 ± 0,23 ^e
Secagem Intermitente a 60 °C	15,75 ±0,0002 ^{cB}	17,14±0,0725 ^{aA}	2,00 ± 0,16 ^d
Secagem Continua a 80 °C	17,09 ± 0,0002 ^{aA}	16,97±0,0012 ^{aB}	3,69 ± 0,40 ^a
Secagem Intermitente a 80 °C	15,81 ± 0,0069 ^{bB}	17,93±0,0011 ^{aA}	3,46 ± 0,17 ^b

Resultados expressos como média ± desvio padrão. Letras diferentes minúscula, na mesma coluna, e maiúscula na mesma linha diferem entre si pelo teste de Tukey (p≤0,05).

Fonte: Elaborado pelo Autor (2020).

Macedo et al. (2016) encontraram valores de umidade para o café torrado de 3,0 a 3,6%. Segundo os autores todas as amostras de café torrado devem apresentar umidade inferior a 5%, conforme exigido pela legislação Brasileira, reduzindo o risco e intensidade de reações químicas, enzimáticas e

microbiológicas. A umidade dos grãos pode ser alterada pela temperatura, tempo e umidade relativa do local de armazenamento, e pelo grau de torrefação (COELHO, 2000; PIMENTA, 2003 apud MACEDO et al. 2016).

COMPOSIÇÃO FÍSICO-QUÍMICA, ÍNDICE DE ABSORÇÃO DE ÁGUA E ÍNDICE DE SOLUBILIDADE DE ÁGUA DO CAFÉ EM PÓ

Os valores obtidos para a determinação de índice de absorção (IAA) e solubilidade (ISA) do pó de café estão apresentados na Tabela 3. Os valores de índice de absorção de água variaram de 3,23 a 3,72%, apresentando diferença significativa entre os diferentes tratamentos.

O índice de absorção de água indica o quanto o pó de café pode absorver quando estiver com água em excesso, está relacionado à disponibilidade de grupos hidrofílicos (-OH) em se ligar às moléculas de água, enquanto o índice de solubilidade em água está relacionado à quantidade de sólidos solúveis presente na amostra seca. Estes parâmetros possibilitam mensurar o grau de transformação sofrido pela matéria analisada (SILVA et al., 2009).

Tabela 3– Índice de Absorção e Solubilidade em água do café em pó

Processamento	IAA (%)	ISA (%)
Secagem Natural	3,72±1,58 ^a	0,05±0,002 ^c
Secagem Contínua a 60 °C	3,23±0,08 ^c	0,13±0,004 ^b
Secagem Intermitente a 60 °C	3,23±0,45 ^c	0,16±0,004 ^{ab}
Secagem Contínua a 80 °C	3,53±0,07 ^b	0,17±0,01 ^{ab}
Secagem Intermitente a 80 °C	3,72±0,01 ^a	0,26±0,01 ^a

Resultados expressos como média ± desvio padrão. Letras diferentes, na mesma coluna, diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

Fonte: Elaborada pelos autores (2020).

EXTRAÇÃO E COMPOSIÇÃO DAS BEBIDAS DE CAFÉ

Os valores obtidos na determinação do teor de sólidos solúveis, pH, Absorbância, Compostos Fenólicos e teor de açúcares redutores da bebida estão apresentados na Tabela 4.

Os valores de pH variaram entre 5,51 a 5,8, apresentando diferença significativa, sendo o maior valor para a bebida de secagem natural. É fato, que o pH é um indicativo de possíveis mudanças fisiológicas no café, como fermentação ocorrida antes ou depois da colheita (SILVA et al., 2004). Segundo a Organização

Internacional do Café, valores de pH para um café comerciável estão dentro de 5,31 a 5,61 (OIC, 1992).

Tabela 4- pH, Teor de Sólidos Solúveis, Compostos Fenólicos e teor de açúcares redutores do café em pó

Processamento	pH	Sólidos solúveis(%)	Compostos fenólicos(gEA G100g ⁻¹)	Teor de Açúcares Redutores (%)
SN	5,80 ±0,0047 ^a	14,2 ± 1E-04 ^c	4,12±0,09 ^d	0,70±0,06 ^d
SC60 °C	5,57±0,0141 ^{bc}	17,3 ±1E-04 ^b	4,86±0,12 ^{ab}	0,90±0,03 ^c
SI 60 °C	5,69±0,0047 ^{ab}	15,7 ±1E-04 ^c	4,87±0,29 ^a	0,91±0,02 ^c
SC 80 °C	5,51±0,0047 ^c	17,1 ±1E-04 ^a	4,84±0,08 ^b	0,97±0,05 ^b
SI 80 °C	5,61±0,0047 ^{bc}	17,1 ±1E-04 ^a	4,81±0,01 ^c	0,98±0,20 ^a

Resultados expressos como média ± desvio padrão. Letras diferentes minúscula, na mesma coluna, e maiúscula na mesma linha diferem entre si pelo teste de Tukey (p≤0,05).

Fonte: Elaborado pelo Autor (2020).

Santos et al. (2007) avaliando diferentes métodos de torra do café observou que as bebidas de café apresentavam pH de 4,69 a 5,14. Scholzet et al. (2011) relatam valores de pH entre 5,12 a 5,24. Segundo Manzocco e Lagazio (2009) a faixa ideal de pH seria de 5,08 a 5,22 para aceitação do produto pelo consumidor. Macedo et al. (2016) avaliando as propriedades físico-químicas de café arábica classificados quanto à qualidade da bebida, obtiveram valores de pH para o café torrado variando entre 5,17 a 5,67. Ferreira (2010) avaliando a qualidade física, química, sensorial e da composição fúngica de grãos de cafés beneficiados encontraram valores de pH variando entre 5,64 e 5,74.

O pH é um fator importante para a aceitação sensorial do café. Martinez et al. (2014), afirmam que um pH entre 4,95 a 5,20 tornam o café palatável. Sivetz e Desrosier (1979) apud Macedo et al. (2016) também afirmaram que as variações de pH com a torrefação podem ser de suma importância na aceitação do produto pelo consumidor e indicam que o pH ideal é de 4,95 a 5,20 para tornar o café palatável.

A acidez resultante de ácidos cítrico e málico conferem acidez desejável à qualidade do café, ao passo que acidez resultante dos ácidos acético, láctico, propiônico e butírico produzem efeitos indesejáveis sobre a qualidade do café (MARTINEZ et al., 2014). Para Lima Filho et al. (2013) fatores como o método de extração do café, a concentração de gramas de café por mililitros de água e a temperatura de medição influenciam os valores de pH e podem ter acarretado as

diferenças entre as faixas de pH recomendadas pelos autores. Dessa forma, a falta de tais informações torna difícil a escolha da melhor faixa de pH para uma comparação mais precisa com os dados obtidos no presente estudo.

Os valores de sólidos solúveis foram de 14,2 a 17,3%, apresentando diferença significativa ($p \leq 0,05$). O conteúdo de sólidos solúveis de uma bebida de café indica sua quantidade de açúcares, os quais estão em maior parte, ainda assim havendo a presença de aminoácidos, ácidos orgânicos, vitaminas e compostos fenólicos.

Santos et al. (2009) obtiveram teores entre 24 e 32%. Contudo, o alto teor de sólidos solúveis não é garantia de alta qualidade da bebida, mas o inverso é verdadeiro, pois quanto menores os valores de sólidos solúveis, inferior é a qualidade da bebida. As amostras secas a 80 °C nos dois métodos apresentaram maiores valores de sólidos solúveis, e pH sendo relacionadas a perda de qualidade e amargor do café. Ferreira (2010) encontraram valores de sólidos solúveis de 31 a 33% durante avaliação da composição físico-química do café beneficiado.

A adição de substâncias estranhas tais como outros grãos, pode ser responsável pela alteração dos valores de sólidos solúveis, permitindo a detecção de possíveis existências de fraudes (FERNANDES et al., 2003).

A quantificação de Compostos Fenólicos totais para as bebidas apresentou valores entre 4,12 a 4,87 g EAG 100 g⁻¹. Para a bebida proveniente da secagem intermitente a 60 °C obteve-se o maior valor, e as secagem natural o menor valor, verificando a diferença significativa entre as amostras. Além dos ácidos clorogênicos, principais representantes da fração fenólica encontrada no grão de café, outros compostos fenólicos, tais como taninos, ligninas e antocianinas também estão presentes nas sementes de café, embora em pequenas quantidades (FARAH e DONANGELO, 2006).

Os ácidos clorogênicos e compostos relacionados são os principais componentes fenólicos do café. Os compostos fenólicos estão entre os metabólitos secundários de plantas, e muitos estão envolvidos na adaptação às condições ambientais (FARAH e DONANGELO, 2006). Os compostos fenólicos do café, conferidos após o processo de torra, são os responsáveis pelo aroma na

bebida, os quais apresentaram valores entre 4,12 a 4,87 g EAG 100 g⁻¹, o que é satisfatório enquanto comparado com outros autores. Kitzberger et al. (2013) obtiveram valores entre 4 a 5 g100g⁻¹. Segundo os estudos de Farah e Donangelo (2006), a quantidade de compostos fenólicos totais em C. Arábica provenientes do Brasil, Angola e Etiópia podem variar entre 4 a 7 g 100 g⁻¹. Em trabalhos com secagem natural, Kitzberger et al. (2013) obtiveram bebidas com 4,551 a 5,331 g 100 g⁻¹ de compostos fenólicos.

Os valores obtidos na quantificação de açúcares redutores (Tabela 4) encontram-se na faixa de 0,7 a 0,98 g 100mL⁻¹, apresentando diferença significativa entre as amostras. Pode-se observar que o aumento da temperatura de secagem acarretou maiores valores de teor de açúcares redutores. Segundo Santos et al. (2009), a variabilidade de açúcares redutores, para diferentes espécies de café pode ser associada à variabilidade genética e à adaptação das cultivares aos locais e condições de produção.

Durante o desenvolvimento do grão, o teor de sacarose tende a aumentar, e o de açúcares redutores a diminuir. Como no presente estudo as condições de cultivo foram similares, e as colheitas foram realizadas no mesmo ponto de maturação visual, as variações de teores de açúcares podem ser atribuídas principalmente às diferenças de secagem, natural e artificial. Barrios et al. (2001) encontrou valores de açúcares redutores na faixa de 0,56 a 0,84% para diferentes qualidades de bebida de cafés do sul de Minas Gerais e os considerou como aceitáveis para esses açúcares, estabelecendo a faixa normal para açúcares redutores entre 0,1 a 1,0%. No processo de torra, as concentrações de açúcares redutores tendem a diminuir nas últimas etapas devido às reações de caramelização e de Maillard. Assim, quanto maior for a quantidade de açúcares redutores, maior será a quantidade de precursores para a formação do aroma e sabor da bebida do café.

A amostra de secagem natural apresentou maior valor de pH, índice de absorção de água e menor valor de índice de solubilidade em água, açúcares redutores, compostos fenólicos e proteínas, apresentando indícios de deterioração da qualidade físico-química e sensorial do grão. As amostras secas na temperatura de 60 e 80 °C apresentaram melhores resultados, indicando ser mais apropriado para comercialização.

Os valores obtidos para análise colorimétrica estão apresentados na Tabela 5. Analisando primeiramente o parâmetro L*, referente a luminosidade, em que quanto maior o valor, maior a sua tendência ao preto, verifica-se a diferença significativa entre todos os tratamentos.

Tabela 5 – Colorimetria do café moído

Amostra	L*	a*	b*
Secagem Natural	50,83±9,72 ^e	9,78±4,32 ^b	36,81±6,18 ^a
Secagem Contínua a 60 °C	62,45±12,92 ^a	7,88±5,68 ^e	37,85±4,86 ^a
Secagem Intermitente a 60 °C	62,3±7,40 ^b	7,91±3,74 ^d	42,18±1,43 ^a
Secagem Contínua a 80 °C	59,62±9,01 ^c	8,86±4,83 ^c	38,14±9,09 ^a
Secagem Intermitente a 80 °C	58,75±11,30 ^d	11,31±4,51 ^a	43,30±7,92 ^a

Resultados expressos como média ± desvio padrão. Letras diferentes minúscula, na mesma coluna, e maiúscula na mesma linha diferem entre si pelo teste de Tukey (p≤0,05).

Fonte: Elaborado pelo Autor (2020).

O parâmetro a* apresentou diferença significativa entre as temperaturas de secagem, apresentado maiores valores para a secagem natural e na temperatura de 80 °C intermitente, tendendo para o vermelho com pouca participação do verde. Tanto a temperatura de secagem como o método contínuo e intermitente apresentaram diferença significativa. Para a cromaticidade b* não houve diferença significativa entre as formas de secagem contínuo e intermitente, e as temperaturas. Os maiores valores foram para a secagem natural e a secagem a 80 °C intermitente, indicando uma disposição para a tonalidade amarela.

Segundo Pittia et al. (2007) a medida que a torra acontece a coloração dos grãos de café se modifica progressivamente de cor verde ou verde-amarelado para marrom-escuro. Pode-se observar que as amostras de café estão localizadas na região formada pelas cores vermelha e amarela, com valores que correspondem à torra entre clara e média.

ANÁLISE SENSORIAL – TESTE DE ORDENAÇÃO

O valor da soma das notas atribuídas pelos provadores quanto à intensidade do sabor da bebida de café está apresentado na Tabela 6. Verificaram-se diferenças significativas quanto ao atributo sabor de café para as amostras provenientes de diferentes temperaturas de secagem. Segundo os provadores, o café proveniente de secagem contínuo a 60 °C apresentou maior intensidade de sabor de café, o café proveniente de secagem intermitente a 80 °C apresentou

menor intensidade de sabor de café, quando comparados com as outras amostras apresentadas.

A amostra proveniente de secagem natural apresentou diferença significativa entre as amostras proveniente de secagem a 80 °C de formas contínua e intermitente, entretanto, não se diferiu das amostras secas a 60 °C intermitente. A amostra proveniente de secagem contínua e intermitente a 60 °C diferiram consideravelmente das amostras secas a 80 °C de modo contínuo e intermitente, entretanto não diferiram entre si. Sendo assim, de modo geral, fica evidente a diferença entre as amostras de todos os tratamentos.

Tabela 6–Somatório das notas dos provadores atribuídas no teste de ordenação

Amostra	Soma das notas dos provadores
Secagem Natural	198 ± 1,05 ^b
Secagem Contínua a 60 °C	216 ± 1,50 ^a
Secagem Intermitente a 60 °C	189 ± 1,37 ^b
Secagem Contínua a 80 °C	154 ± 1,25 ^c
Secagem Intermitente a 80 °C	145 ± 1,51 ^c

Resultados expressos como média ± desvio padrão. Letras diferentes, na mesma coluna, diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$)

Fonte: Elaborada pelos autores (2020).

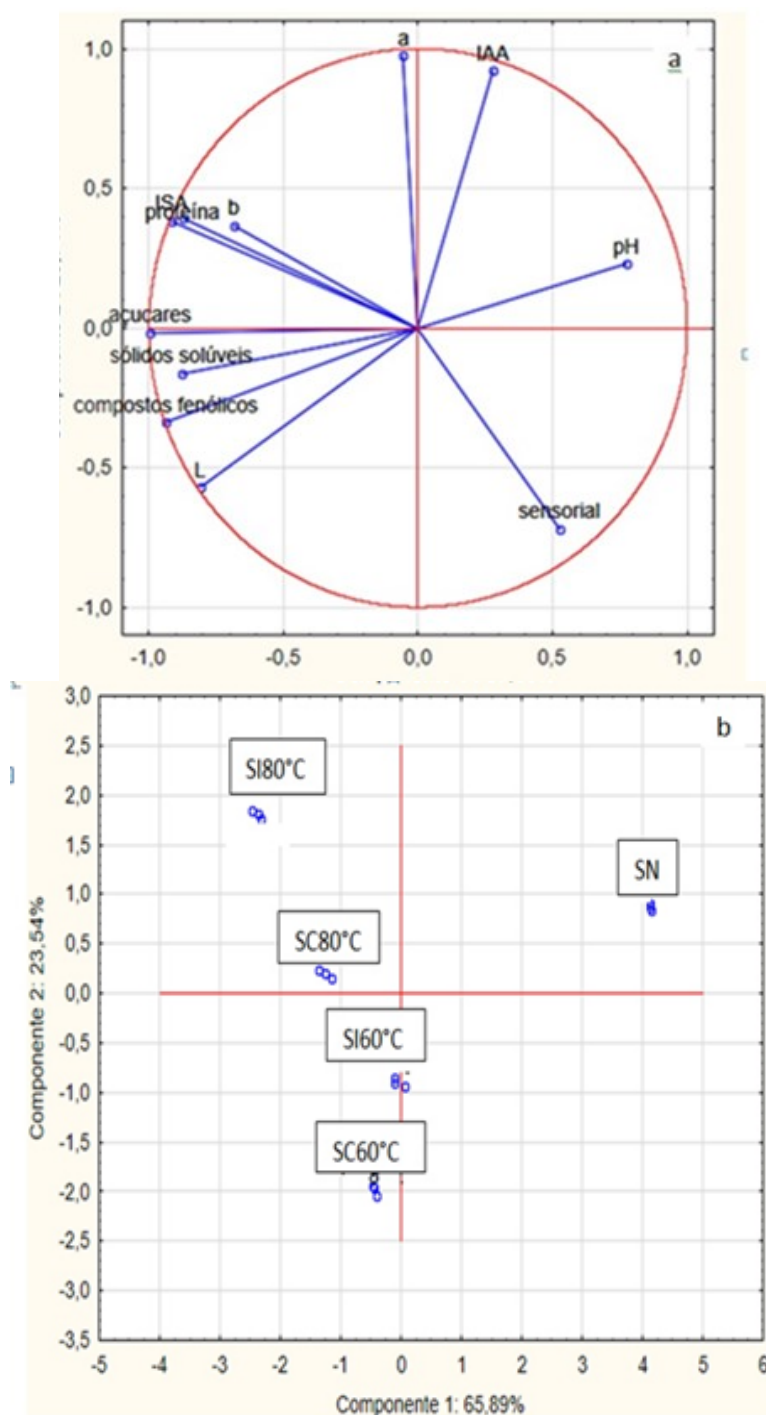
ANÁLISE DE COMPONENTES PRINCIPAIS

Os resultados das análises físico-químicas e sensorial da bebida café também estão representados pelos gráficos de análise dos componentes principais (ACP). A Figura 1a mostra o gráfico de pesos das projeções das análises físico-químicas sobre os componentes principais (CP1 X CP2), enquanto a Figura 1b mostra a alocação das amostras para os mesmos planos.

O primeiro componente principal (CP1) explicou 65,89% da variabilidade total contida nas variáveis originais e o segundo (CP2) 23,54%, cujos autovalores foram iguais ou superiores a 1, totalizando 89,43% de explicação. Segundo Lawless e Heymann (1998) é recomendável seguir o critério de Kaiser para determinar o número de dimensões a serem consideradas. Este critério considera que componentes principais com autovalores superiores a 1 devem ser mantidos e interpretados. Já Rosenthal (1999) afirma que um resultado adequado é aquele em que no mínimo 70 a 80% da variação entre as formulações sejam explicadas nos três primeiros componentes principais. Desta forma, neste trabalho foram

utilizados os dois primeiros componentes principais, por estar de acordo com os autores mencionados.

Figura 1- Análise de componentes principais da bebida de café



a) Projeções da análises físico-químicas e sensorial; b) formulações sobre o plano fatorial (CP1xCP2). Onde SN -secagem natural, SC – secagem contínua e SI secagem intermitente.

Fonte: Elaborada pelos autores (2020).

Na ACP os descritores (análises físico-químicas) são representados por vetores (Figura 1a), sendo que os vetores que se apresentam longos, ao serem

decompostos em um eixo de componente principal (CP), apresentam alta correlação com o eixo explicando a variabilidade entre as amostras naquele CP. Tais fatos podem ser confirmados pelos valores de correlações das análises com os eixos CP (Tabela 7) e indicam a importância ou o poder de cada análise em cada componente principal. Foram considerados valores superiores a 0,7 (em módulo) como importantes. As análises com correlação negativa localizam-se à esquerda e aquelas com correlação positiva estão à direita no eixo horizontal (CP1), ou mais abaixo (correlação negativa) e mais acima (correlação positiva) no eixo vertical (CP2) da Figura 1.

Tabela 7–Correlações das análises físico-químicas com os eixos dos componentes principais (CP)*

Análises	CP1	CP2
Proteína	-0,867	0,39
IAA	0,27	0,92
ISA	-0,91	0,38
pH	0,77	0,23
Sólidos solúveis	-0,87	-0,16
Compostos fenólicos	-0,93	-0,33
Açúcares	-0,99	-0,0722
Análise sensorial	0,52	0,72
L	-0,81	-0,57
a*	-0,05	0,97
b*	-0,68	0,36

Fonte: Elaborada pelos autores (2020).

Na ACP quando as amostras estão próximas entre si (Figura 1b), significa que são semelhantes em relação aos resultados das análises avaliadas e quando posicionadas num ângulo de 180° tem características opostas. Cada amostra se localiza na região próxima ao vetor (descriptor) que a caracteriza (Figura 1a). Dessa forma, analisando-se as Figuras 1a e 1b em conjunto, verifica-se que as amostras SC60 °C, SI60 °C que estão no mesmo quadrante são correlacionadas com os atributos sólidos solúveis e compostos fenólicos. E as amostras SC80 °C e SI80 °C são correlacionadas com os atributos de índice de solubilidade, proteína, açúcares. A amostra SN é associada a maiores valores de pH e IAA. Pelo gráfico de scores entende-se que a aceitação da bebida está em um quadrante isolado, indicando que as análises físico-químicas foram determinantes para classificar a bebida.

CONCLUSÃO

Com a realização deste trabalho, pode-se verificar a influência da temperatura nas várias etapas de obtenção da bebida de café. Nas análises físico-químicas, pode-se verificar que de um modo geral, apresentaram diferença significativa entre os tratamentos. Após o processo de torra e moagem, verificou-se um aumento nos teores de proteínas e umidade devido à eliminação da água pela alta temperatura.

A amostra de secagem natural apresentou maior valor de pH, índice de absorção de água e menor valor de índice de solubilidade em água, açúcares redutores, compostos fenólicos e proteínas, apresentando indícios de deterioração da qualidade físico-química e sensorial do grão em relação aos outros métodos de secagem. Os valores das análises físico-químicas foram próximos aos valores encontrados na literatura considerando as duas temperaturas (60 e 80 °C) e os dois métodos (contínuo e intermitente) como adequadas para a obtenção da bebida de café.

Verificou-se na análise sensorial, que a bebida proveniente de secagem contínua a 60 °C apresentou melhor nota no atributo sabor de café de acordo com o somatório de notas dos provadores. Pela análise de componente principal nota-se que a secagem natural esteve correlacionada aos maiores valores de pH, a amostra SC 60 °C melhor aceitação e os demais tratamentos correlacionados com a análise físico-química.

AGRADECIMENTOS

Ao Departamento de Tecnologia de Alimentos da Universidade Estadual de Maringá campus Umuarama, pela disponibilização de equipamentos e laboratórios para a realização de todos os experimentos.

Influence of temperature and method of drying of coffee (*Coffea arabica*) on physical-chemical and sensory characteristics of coffee beverage

ABSTRACT

Coffee quality depends on post-harvest factors such as drying, roasting and storage. The drying efficiency is directly influenced by the temperature and humidity of this system. This study aimed to evaluate the influence of drying temperature and continuous and intermittent drying methods on the characteristics of the coffee drink. After the coffee drying process, the roasting was carried out by the traditional method and the rehydration of the powder by means of infusion in hot water. In this way, the drink was analyzed in a physical-chemical and sensorial way. For coffee powder, protein contents between 16 to 17% and moisture between 2 to 3% were obtained. For the drink, pH was obtained between 5.6 to 5.8, water absorption index between 3.2 to 3.7% and solubility index between 0.05 and 0.26%, phenolic compounds between 4, 1 to 4.8 g of gallic acid equivalent (EAG) 100g⁻¹ and reducing sugars between 0.7 to 1%. Through the sensorial analysis, it is possible to verify the significant difference of the samples and the classification of the drink from the drying continues at 60 °C with a higher score in the coffee flavor attribute. Principal Component Analysis (PCA) positioned the samples on the plane according to the physical-chemical and sensory analyzes.

KEYWORDS: Quality. Coffee. Physical-chemical analysis. Sensory. Drink.

REFERÊNCIAS

ALONSO-TORRES, Beatriz et al. Modeling and validation of heat and mass transfer in individual coffee beans during the coffee roasting process using computational fluid dynamics (CFD). **CHIMIA International Journal for Chemistry**, v. 67, n. 4, p. 291-294, 2013. <https://doi.org/10.2533/chimia.2013.291>

Association of Official Analytical Chemists (AOAC). 1995. **Official Methods of Analysis of AOAC**, 16th Ed. AOAC: Arlington, VA.

BAGGENSTOSS, Juerg et al. Influence of water quench cooling on degassing and aroma stability of roasted coffee. **Journal of agricultural and food chemistry**, v. 55, n. 16, p. 6685-6691, 2007. <https://doi.org/10.1021/jf070338d>

BARRIOS, B.E.B. **Caracterização física, química, microbiológica e sensorial de cafés (*Coffea arabica* L.) da região Alto Rio Grande - sul de Minas Gerais.** 2001. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2001. 72 p

CORRÊA, Jefferson Luiz Gomes et al. Drying of spent coffee grounds in a cyclonic dryer. **Coffee Science**, v.9; n. 1, p.68-76, 2014.

FARAH, A.; DONANGELO, C.M. Phenolic compounds in coffee. **Brazilian Journal of Plant Physiology**, Londrina, p.18:23-26, 2006. <https://doi.org/10.1590/S1677-04202006000100003>

FRANCA, Adriana S. et al. A preliminary evaluation of the effect of processing temperature on coffee roasting degree assessment. **Journal of Food Engineering**, v. 92, n. 3, p. 345-352, 2009. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2008.12.012>

FERNANDES, Simone Miranda et al. Constituintes químicos e teor de extrato aquoso de cafés arábica (*Coffea arabica* L.) e conilon (*Coffea canephora* Pierre) torrados. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 27, n. 5, p. 1076-1081, 2003. <https://doi.org/10.1590/S1413-70542003000500015>

FERREIRA, Gabriel Fernandes Pinto. **Avaliação da qualidade física, química, sensorial e da composição fúngica de grãos de cafés beneficiados.** 2010. Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Programa de Pós-Graduação em Agronomia, 2010. 119f.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos.** 4ª ed., 1ª Ed. Digital, São Paulo: 2008.

KITZBERGER, Cíntia Sorane Good et al. Diterpenes in green and roasted coffee of *Coffea arabica* cultivars growing in the same edapho-climatic conditions. **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 30, n. 1, p. 52-57, 2013. <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2013.01.007>

LAWLESS, H. T.; HEYMANN, H. **Sensory Evaluation of Food: Principles and Practices**. 1 ed. New York: Springer Science+Business Media, 1998. 819 p.

LIMA FILHO, Tarcísio et al. Composição físico-química e qualidade sensorial de café conilon produzido no Estado do Espírito Santo e submetido a diferentes formas de processamento. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 34, n. 4, p. 1723-1730, 2013. <https://doi.org/10.5433/1679-0359.2013v34n4p1723>

MACEDO, Leandro Levate et al. Avaliação de propriedades físico-químicas de café arábica classificados quanto à qualidade da bebida. **Rev. Univap, Brasil**, v. 22, n. 40, p. 236, 2017. <https://doi.org/10.18066/revistaunivap.v22i40.656>

MANZOCCO, L.; LAGAZIO, C. Coffee brew shelf-life modelling by integration of acceptability and quality data. **Food Quality and Preference**, v. 20, n. 1, p. 24-29, 2009. <https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2008.06.005>

MARTINEZ, Herminia Emilia Prieto et al. Nutrição mineral do cafeeiro e qualidade da bebida. **Revista Ceres**, v. 61, p. 838-848, 2014. <https://doi.org/10.1590/0034-737x201461000009>

MILLER, G.L. Use of dinitrossalicylic acid reagent for determination of reducing sugar. **Analytical Chemistry**, v.31, p.426-428, 1959. <https://doi.org/10.1021/ac60147a030>

ORGANIZACIÓN INTERNACIONAL DEL CAFÉ. **El despulpado del café por medio de desmucilagadoras mecánicas sin proceso de fermentación y su efecto em la calidade de bebida de café producido em la región de Apucarana nel estado de Paraná en Brasil**. [S.l.], 1992. Não paginado. Reporte de Evolución Sensorial.

OLIVEIRA, Josiely Aparecida. **Qualidade de bebida do café secado em diferentes tipos de terreiro**. Trabalho de conclusão de curso – UNICERP - Centro Universitário do Cerrado Patrocínio–Faculdade de Agronomia. 2018.

PALACIN, Juan Jose Fonseca et al. Secagem combinada de café cereja descascado. **Revista engenharia na agricultura-REVENG**, v. 17, n. 3, p.244-258, 2009. <https://doi.org/10.13083/1414-3984.v17n03a08>

PITTIA, P.; NICOLI, M. C.; SACCHETTI, G. Effect of moisture and water activity on textural properties of raw and roasted coffee beans. **Journal of Texture Studies**, v. 38, n. 1, p. 116-134, 2007. <https://doi.org/10.1111/j.1745-4603.2007.00089.x>

POLTRONIERI, P.; ROSSI, F. Challenges in Specialty Coffee Processing and Quality Assurance. **Challenges**, v.7, p.1-22, 2016. <https://doi.org/10.3390/challe7020019>

ROSENTHAL, A. J. **Food Texture: measurement and perception**. 1st ed. Gaithersburg, MD: Aspen Publishers, 1999. 312 p.

SANTOS, Marcelo Henrique dos et al. Influência do processamento e da torrefação sobre a atividade antioxidante do café (*Coffea arabica*). **Química Nova**, v. 30, n. 3, p. 604-610, 2007. <https://doi.org/10.1590/S0100-40422007000300020>

SANTOS, M. A.; CHALFOUN, S. M.; PIMENTA, C. J. Influência do processamento por via úmida e tipos de secagem sobre a composição, físico química e química do café (*Coffea arabica* L.). **Ciência e Agrotecnologia**, v. 33, n. 1, p. 213-218, 2009. <https://doi.org/10.1590/S1413-70542009000100030>

SCHOLZ, Maria Brígida dos Santos et al. Características físico-químicas de grãos verdes e torrados de cultivares de café (*Coffea arabica* L.) do IAPAR. 2011. **Coffee Science**, v. 6, n. 3, p. 245-255, set./dez. 2011.

SPECIALTY COFFEE ASSOCIATION OF AMERICA (SCAA). Protocolo para análise sensorial de café - Metodologia SCAA. **SCAA Cupping Protocols**. Doc. 5, 13 p. 2008.

SHARMA, P.; GUJRAL, H. S.; ROSELL, C. M. R. Effects of roasting on barley β -glucan. thermal. textural and pasting properties. **Journal of Cereal Science**, v.53, p. 25-30, 2011. <https://doi.org/10.1016/j.jcs.2010.08.005>

SILVA, Reginaldo Ferreira da et al. Aceitabilidade de biscoitos e bolos à base de arroz com café extrusados. **Food Science and Technology**, v. 29, n. 4, p. 815-819, 2009. <https://doi.org/10.1590/S0101-20612009000400018>

SILVA, Reginaldo Ferreira da et al. Qualidade do café-cereja descascado produzido na região sul de Minas Gerais. **Ciência e Agrotecnologia**, v.28, n.6, p.1367-1375, 2004. <https://doi.org/10.1590/S1413-70542004000600020>

SINGLETON, V. L.; ORTHOFER, R.; LAMUELA-RAVENTÓS, R. M. Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of Folin-

Ciocateau reagent. **Methods in enzymology**, v. 299, p. 152-178, 1999 [https://doi.org/10.1016/S0076-6879\(99\)99017-1](https://doi.org/10.1016/S0076-6879(99)99017-1)

TAVEIRA, José Henrique da Silva et al. Perfis proteicos e desempenho fisiológico de sementes de café submetidas a diferentes métodos de processamento e secagem. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 47, p.1511-1517, 2012. <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2012001000014>

Recebido: 05 jun. 2018.

Aprovado: 09 set. 2020.

Publicado: 16 dez. 2020.

DOI: 10.3895/rbta.v14n2.8380

Como citar:

FERREIRA, A. C. C.; MONTANUCI, F. D. Influência da temperatura e método de secagem do café (*Coffea arabica*) nas características físico-químicas e sensoriais da bebida. **R. bras. Tecnol. Agroindustr.**, Francisco Beltrão, v. 14, n. 2, p. 3228-3249, jul./dez. 2020. Disponível em: <<https://periodicos.ufpr.edu.br/rbta>>. Acesso em: XXX.

Correspondência:

Flávia Daiana Montanuci

UEM-Av. Ângelo Moreira da Fonseca, 1800 - Parque Danielle, CEP 87506-370, Umuarama, Paraná, Brasil.

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

