



**GUSTAVO REIS DE FIGUEIREDO**

**ANÁLISES QUÍMICAS E SENSORIAIS DO CAFÉ ADUBADO  
COM FONTES E DOSES DE NITROGÊNIO**

**LAVRAS – MG**

**2019**

**GUSTAVO REIS DE FIGUEIREDO**

**ANÁLISES QUÍMICAS E SENSORIAIS DO CAFÉ ADUBADO COM FONTES E  
DOSES DE NITROGÊNIO**

Monografia apresentada à Universidade Federal de  
Lavras, como parte das exigências do Curso de  
Agronomia, para a obtenção do título de Bacharel.

Prof. Dr. Douglas Ramos Guelfi Silva

Orientador

Ms. Taylor Lima de Souza

Coorientador

**LAVRAS – MG**

**2018**

**GUSTAVO REIS DE FIGUEIREDO**

**ANÁLISES QUÍMICAS E SENSORIAIS DO CAFÉ ADUBADO COM FONTES E  
DOSES DE NITROGÊNIO  
CHEMICAL AND SENSORY ANALYSIS OF COFFEE COVERED WITH SOURCES  
AND NITROGEN DOSES**

Monografia apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Curso de Agronomia, para a obtenção do título de Bacharel.

Aprovada em 05 de junho de 2019  
Prof. Dr. Douglas Ramos Guelfi Silva - UFLA  
Ms. Taylor Lima de Souza - UFLA  
Ms. André Baldansi Andrade- UFLA

Dr. Douglas Ramos Guelfi Silva  
Orientador

Ms. Taylor Lima de Souza  
Coorientador

**LAVRAS – MG**

**2019**

*A Deus. Sem Ele nada seria possível.  
A minha família, por todo amor e apoio.*

**DEDICO**

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço primeiramente a Deus por iluminar e abençoar meus passos.

Aos meus pais, Carlos e Ana Lucia, por todo apoio, incentivo, lições durante toda minha caminhada.

A minha irmã, Carolina, por todo auxílio, companheirismo, carinho e por ser minha maior companheira em toda vida, fazendo dos meus dias os melhores.

A toda minha família, em especial meus primos Daniel, Lucas, Clesyo e Clayton por me incentivarem na minha escolha e por toda parceria e troca de experiências durante esses anos.

A minha namorada, Ana Carolina, por todo amor, dicas, confiança, paciência e por sempre acreditar no meu potencial, sempre me apoiando nos momentos turbulentos.

A Universidade Federal de Lavras, em especial ao Departamento de Ciências dos Solos, pela oportunidade.

Aos meus amigos do Laboratório de nutrição de plantas por toda troca de aprendizado e amizade, em especial João Pedro e Renan.

Ao professor Douglas por me aceitar na equipe e permitir que o trabalho fosse realizado.

Ao Taylor, por ter sido um pai para mim durante esse período. Sempre esteve presente e disposto a me ajudar no que fosse preciso. Me aconselhou nos momentos em que fiquei perdido e me deu “puxões de orelha” quando necessário e sempre me acalmava, ensinava e mostrava que tudo ia dar certo no final. Me faltam palavras pra agradecer essa pessoa que me ajudou muito a crescer pessoalmente.

A todos meus amigos da Agronomia, em especial Gleice, Fábio, Hugo, Otávio, Breno, Reinaldo, Antônio Henrique, Antônio Carlos, Yago, Adriana e muitos outros que fizeram destes 4 anos e meio os melhores da minha vida. Foram muitos conselhos e até desesperos compartilhados. E sem dúvidas muitas alegrias e momentos que jamais vou me esquecer.

Aos professores por todos os ensinamentos e experiências compartilhadas durante esses 4 anos e meio de universidade.

Aos membros da banca por aceitarem o convite.

**MUITO OBRIGADO!**

## RESUMO

O nitrogênio (N) é um nutriente de extrema importância na estrutura, nas células e no metabolismo das plantas, além de estar intimamente ligado ao processo de fotossíntese. Na cultura do cafeeiro é o nutriente exigido em maior quantidade, contudo o N se torna importante saber que o nutriente apresenta uma dinâmica no solo/atmosfera por ser encontrado em diversas formas químicas. Diante disso, as fontes disponíveis no mercado são várias e apresentam baixa eficiência, dependendo das condições de temperatura e umidade e da atividade dos microrganismos do solo. Objetivou-se no presente trabalho avaliar prova de xícara e características químicas de grãos de café após adubação nitrogenada com diferentes fontes e doses de nitrogênio no cafeeiro buscando o efeito destes parâmetros na qualidade final do café. A realização do trabalho foi desenvolvida na fazenda de café comercial (Lagoa Coffee Plantation - grupo NKG - fazendas brasileiras), no município de Santo Antônio do Amparo - MG, por duas safras consecutivas. O delineamento experimental utilizado foi uma divisão de blocos casualizados de  $3 \times 4 + 1$ , com 4 repetições. Foram 3 fontes de nitrogênio (ureia, ureia + NBPT e nitrato de amônio) distribuídos em 4 doses: 150; 275; 400 e 525 kg ha<sup>-1</sup> de N e um tratamento controle, sem adubação nitrogenada. Foram avaliados teor de N foliar, teor de N nos grãos de café cereja, prova de xícara dos cafés cereja e análises químicas relacionadas a sabor e aroma do café, ou seja, qualidade da bebida. Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Skott Knott a 5% de significância e a realização das análises estatísticas foram feitas utilizando o SISVAR 5.3<sup>®</sup>. Durante as avaliações realizadas em duas safras (2016/2017 e 2017/2018) o teor de N foliar e o teor de N nos grãos de café cereja apresentaram comportamento semelhante. Independente da fonte de N utilizada, com o aumento das doses foi observado elevação nos teores de N nos dois casos, apenas o controle diferiu nos resultados. Pela análise da prova de xícara o controle obteve melhor nota comparado as outras fontes de N nos dois anos de avaliação, obtendo classificação especial no primeiro ano e especialidade no segundo. As análises químicas mostram que o controle, na maior parte dos parâmetros analisados, foi superior em relação as demais fontes nitrogenadas nas duas safras, tal fato está intimamente relacionado a sua melhor pontuação e melhor qualidade.

**Palavras-chave:** Adubação nitrogenada. Cultura do café. Qualidade de bebida.

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	7
<b>2 REFERENCIAL TEÓRICO</b> .....	8
2.1 Cultura do café .....	8
2.2 Adubação nitrogenada do cafeeiro .....	9
2.3 Pós-Colheita do café .....	10
<b>3 MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	12
3.1 Caracterização da área experimental e tratos culturais .....	12
3.2 Delineamento experimental .....	13
3.3 Avaliações.....	13
3.3.1 Determinação do teor de nutrientes na folha e nos grãos de café cereja.....	13
3.3.2 Análises químicas dos grãos de café .....	14
3.3.3 Qualidade da bebida do café .....	14
3.3.4 Análises estatísticas .....	15
<b>4 RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	16
4.1 Teor de N foliar .....	16
4.2 Teor de N nos grãos.....	17
4.3 Análise Sensorial .....	19
4.4 Análises químicas dos grãos de café .....	21
<b>6 REFERÊNCIAS</b> .....	27

## 1 INTRODUÇÃO

Nos dias atuais, no cultivo do café incorporou-se maiores tecnologias e a busca por conseguir bebidas de qualidade se mostra como uma forma de agregar valor ao produto e proporcionar maiores lucros para o produtor. A busca pela qualidade se alinha a adubação feita de forma correta e com o uso de fontes, principalmente nitrogenadas, mais eficazes que já estão presente no mercado, além de proporcionar maior produtividade a lavoura.

Com a grande oferta de produtos brasileiros, o mercado está mais exigente ano após ano. Deste modo, existe uma conscientização dos produtores rurais em melhorar a qualidade de seus cafés visando atender uma clientela crescente no mercado que garanta um retorno financeiro ampliado devido ao aumento na produtividade por conta do manejo da fertilidade do solo, entre outros fatores. Tendo em vista que o agricultor está preocupado em aumentar a produtividade e a sua renda, a adoção de práticas agronômicas mais eficientes, dentro das práticas de manejo 4C com uso de corretivos e fertilizantes baseados, não só na análise de solo, mas também na análise foliar, se faz de extrema importância.

Diante disso, saber sobre a composição química dos grãos de café se mostra um passo importante, visto que, a mesma é influenciada por fatores genéticos, ambientais e culturais, pelos métodos de colheita, processamento, armazenamento, torração e moagem, que podem afetar diretamente a qualidade da bebida do café (MENDONÇA, L. M. V. L. et al., 2007).

O café é um dos poucos produtos que é valorizado com base em parâmetros qualitativos, assim, quanto melhor a qualidade, maiores serão os preços obtidos. Essa quantidade, contudo, é dependente de diversos fatores que se relacionam em todas as etapas da produção do café, desde a escolha da variedade a ser plantada até o preparo da bebida. A averiguação da qualidade quanto à bebida, é determinada segundo o sabor e o aroma que o café apresenta na prova da xícara, e estes atributos são dependentes da composição original dos grãos, daí os estudos a respeito das características químicas dos grãos de café atrelada a prova de xícara na busca por cafés de qualidade agregando valor ao produto final, além de a bebida de qualidade ser apreciado por boa parte da população mundial.

Diante do que foi exposto, objetivou-se no presente trabalho avaliar qualidade de bebida e características químicas de grãos de café após adubação nitrogenada com diferentes fontes e doses de nitrogênio no cafeeiro.



## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 Cultura do café

Estima-se que existam centenas de espécies de café em todo mundo, dentre as quais *Coffea arábica* (café arábica) e *Coffea canephora* (café conilon) são as mais conhecidas (BERTHAUD; CHARRIER, 1988). O Brasil é o maior produtor e exportador mundial de café, abrangendo essas duas espécies, em primeiro lugar está o *C. arábica*, muito utilizado em blends de elevada qualidade e em segundo o *C. canephora*, o qual é utilizado na indústria de cafés solúveis (CECAFÉ,2019).

A área plantada com café arábica no Brasil gira em torno de 1,74 milhões de hectares, o que corresponde a mais ou menos 80,7% da área total com lavouras de café. A estimativa é que a produtividade gire em torno de 24,67 e 26,06 sacas por hectare em 2019, número menor que o da safra 2018 devido bialidade negativa. O *Coffea arábica* concentra mais de 70% da produção do país, estima-se que sejam colhidas entre 36,11 e 38,16 milhões de sacas, produção menor que a do ano passado, ainda devido a bialidade negativa para maioria das regiões produtoras (CONAB,2019).

Segundo o Cecafé (2019) as exportações de cafés diferenciados (especiais e/ou certificados) realizadas pelo Brasil de janeiro a março de 2019 foram de 1,8 milhões de sacas, o que representa 18,8% de participação do total de café exportado pelo país no período. Ainda segundo o conselho de exportadores, os destinos destes cafés foram, em grande parte, para os EUA, seguidos de Alemanha e Japão.

O mercado de cafés especiais vem crescendo nos últimos anos devido ao aumento da informação que chega ao campo, agregação de valor no produto, aumento da tecnificação do produtor entre outros motivos. Para a obtenção de cafés de boa bebida é necessária uma série de fatores com características edafoclimáticas, cultivares, condução e manejo da lavoura, colheita, tipo de processamento, secagem e armazenamento (CARVALHO et al., 1994; CARVALHO & CHALFOUN, 1985).

A qualidade do café está intimamente relacionada com o aroma da bebida, devido aos mais de 800 compostos voláteis que compõem a formação do aroma e sabor da bebida (FRANCA et al., 2004; MAARSE; VISSCHER, 1996). As quantidades desses compostos voláteis dependem muito do método de processamento utilizado. Em estudo sobre a qualidade do café preparado sob diferentes métodos de processamento, observou características

superiores da bebida para os cafés descascados, despulpados e desmucilados em relação ao café natural. (MAIER, 1981, 1983; BRANDO, 1999).

## **2.2 Adubação nitrogenada do cafeeiro**

Dentro do ramo da agricultura o uso de fertilizantes é uma das formas mais eficazes para a o desenvolvimento das lavouras fornecendo nutrientes, na cafeicultura não é diferente. Dentre os nutrientes, o nitrogênio (N) é que mais apresenta resposta em crescimento e produção (VAAST et al., 1998; SILVA et al., 1999). Diante disso, o N apresenta inúmeras funções, como estimular a formação e o desenvolvimento de gemas floríferas e frutíferas, aumentar a vegetação, o perfilhamento e os teores de proteínas. Além disso, está presente na forma estrutural em aminoácidos e proteínas, bases nitrogenadas e ácidos nucléicos, enzimas, coenzimas e vitaminas, pigmentos e outros produtos secundários (MALAVOLTA et al. 1997).

Segundo várias pesquisas, o aumento da produtividade exercida sobre o cafeeiro, relaciona o N como principal nutriente responsável a este benefício. Entretanto, não fazem referências sobre a influência da adubação nitrogenada na qualidade da bebida. Nos trabalhos de Pimenta (1995) e Pereira (1997) tal adubação retarda a maturação dos frutos do cafeeiro deixando mais frutos verdes na planta, que propicia bebida de menor qualidade.

A adubação nitrogenada atrasa a maturação dos frutos do cafeeiro, e frutos verdes causam bebida de qualidade inferior (PIMENTA, 1995; PEREIRA, 1997). Segundo alguns autores, adubação nitrogenada aumenta o teor de N no grão gerando correlação negativa entre esse nutriente e a qualidade da bebida (AMORIM et al., 1973). Contudo, a adubação nitrogenada feita de forma correta, respeitando as tabelas de adubação e análise foliar, promove melhor desempenho na lavoura cafeeira, tanto na produção como nas rotas metabólicas das plantas, a exemplo as que conferem sabor e aroma a bebida.

É recomendado realizar a adubação no período chuvoso, de setembro a março, que compreende os períodos de floração, frutificação e desenvolvimento vegetativo (RENA; MAESTRI, 1987). Matiello et al. (2010) em seus trabalhos cita, que para cada saca de 60 kg de café produzida há um consumo médio de 6,2 kg de N, valor que pode ser variável em relação as condições climáticas e localidade da lavoura.

Na atualidade, a ureia é o fertilizante nitrogenado mais utilizado no Brasil principalmente pela alta concentração de N em torno de 45% N, mesmo com alto teor de N a ureia dependendo da época e da forma de aplicação no ponto de vista agrônômico, apresenta

entraves em razão das possíveis perdas por volatilização de  $\text{NH}_3$  (TEIXEIRA FILHO et al, 2010).

Outra fonte muito utilizada na cafeicultura, é o nitrato de amônio com cerca de 30% N, apesar de ser uma fonte com menor teor do nutriente, suas perdas no solo são quase inexistentes se feito o manejo correto de adubação. Para o produtor, dependendo de uma série de fatores como preço, chuva, o uso desta fonte pode ser uma forma de reduzir perdas de N na adubação da lavoura.

O uso de fertilizantes nitrogenados de eficiência aumentada vem crescendo em uso pelos produtores nos últimos anos. Um exemplo destes de eficiência aumentada mais conhecido é a ureia + NBPT. NBPT é um inibidor da urease que reduz a velocidade de conversão da ureia em  $\text{NH}_3$  e conseqüentemente as perdas por volatilização (MALHI et al., 2001). No país a dose de NBPT que vem sendo utilizada nas ureias esta em torno de  $530 \text{ mg Kg}^{-1}$  nas misturas, essas misturas com NBPT em fertilizantes nitrogenados já estão disponíveis no mercado desde 1996 (CANTARELLA, 2007).

### **2.3 Pós-Colheita do café**

O processamento do café se torna uma importante etapa dentro da pós-colheita. A obtenção de bebida de melhor qualidade está relacionada com fatores climáticos, locais de plantio e pela separação dos frutos verdes e cerejas dos boias, para isto, utiliza-se o processamento via seca ou via úmida que são importantes formas de processamento, segundo Wintgens (2004).

O processamento de café por via seca, se resume em secar o fruto com todas suas partes (epicarpo, mesocarpo e endocarpo), conhecido como café natural. Já o via úmida compreende o café processado sem o epicarpo e partes do mesocarpo e recebe o nome de café descascado, despulpado e/ou desmucilado. O café despulpado é colocado em tanque de fermentação para a retirada da mucilagem, o desmucilado a retirada da mucilagem ocorre de forma mecânica com o uso de desmuciladores, já o descascado a mucilagem não é retirada.

Após o enchimento dos grãos, a cor do fruto passa de verde intensa para o verde-cana, e chegando ao vermelho ou amarelo (dependendo da cultivar). Há um aumento da síntese de açúcares, com alterações nos ácidos e compostos fenólicos responsáveis pela adstringência do fruto verde. Os constituintes químicos atingem teores que conferem características peculiares de maturação completa, destacando-se a presença da mucilagem. (MESQUITA, 2016).

A composição mineral do grão pode variar com o estado nutricional do cafeeiro e a quantidade de compostos orgânicos, como a celulose e a hemicelulose e também depende da localidade, cultivar, adubações, entre outros fatores. Para a obtenção de bebida de boa qualidade é indispensável o equilíbrio entre os compostos relacionados a sabor e aroma (AMORIM, 1968; CARVALHO et al., 1997).

Diante das análises químicas, os estudos mostram que a redução da qualidade do café não está diretamente ligada ao pH e sim com o aumento da acidez, que se relaciona diretamente ao número de defeitos em grãos de café (FRANCA et al., 2004). Grãos descascados e despulpados sofrem menor variação da acidez titulável do que o fruto natural, como afirma Afonso Júnior (2001).

Os testes de lixiviação de potássio e condutividade elétrica são vistos como indicadores da integridade de membranas celulares ocasionando bebidas de pior qualidade (dura, riada e rio). Ainda foi observado que os maiores valores de condutividade elétrica e lixiviação de potássio são obtidos quando os grãos são submetidos a altas temperaturas de secagem (RIBEIRO, 2003).

A cafeína é uma metilxantina encontrada no café e outros alimentos, é sintetizada a partir de aminoácidos derivados do ácido chiquímico. Possui quatro átomos de nitrogênio em sua estrutura, informação que se faz entender a necessidade de adubação nitrogenada adequada para a síntese desse composto (SILVETZ, 1963). A cafeína possui função importante, mas não preponderante no sabor amargo da bebida do café, e durante a torrefação ocorre perda de cerca de 10% do composto, contudo, devido à perda de água no grão o teor da cafeína aumenta. (CLIFFORD, 1985)

A polifenoloxidase (PPO) é uma enzima cúprica ligada às membranas celulares, que de acordo com alguns autores está diretamente relacionada à qualidade da bebida. Vários autores relacionaram as diferentes atividades da PPO com as diferentes classificações da bebida, caso ocorra o aumento da concentração do composto, melhor a qualidade da bebida (AMORIM e SILVA, 1968; AMORIM, 1978; LEITE, 1991; CARVALHO ET AL., 1994; PIMENTA, 1995; CHAGAS ET AL., 1996; CHALFOUN, 1996; PEREIRA, 1997). Em condições de estresse ocorrem danos às membranas celulares dos grãos que vão liberar polifenóis, que são utilizados pela polifenoloxidase para a hidroxilação e liberam as ao-quinonas, que inibem a polifenoloxidase (AMORIM, 1972 E LEITE, 1991).

Os açúcares fazem parte de importantes reações durante o processo de torra, como a reação de caramelização, que é a degradação de açúcares maiores em açúcares menores, durante o processo de torra e acontece em situações sem proteínas no meio. Tem papel na influência da cor, sabor e aroma do produto final (PEREIRA, 1997; DAGLIA ET AL, 200). De acordo com Amorim et al. (1976) e Chagas et al. (1996) as melhores bebidas, estritamente mole, mole, apenas mole e duro apresentam maiores teores de sólidos solúveis totais, o que é interessante tanto do ponto de vista industrial como para assegurar corpo à bebida e conferindo pela degradação do açúcar maior sabor e aroma.

A acidez do café é dada por ácidos não voláteis que são produzidos por rotas endógenas ou por fermentações indesejáveis (CHALFOUN, 1996). Pinto et al. (2002), em estudo sobre os padrões de bebida para o preparo do café, observaram que os cafés de bebida inferior, com paladar ríado e riado, apresentaram maior acidez que as bebidas de paladar estritamente mole e mole.

Existem duas formas para classificar um lote de café quanto a bebida, a classificação físico-química e as análises químicas dos constituintes do grão. Na busca pelo entendimento correto a respeito destes constituintes relacionados a sabor e aroma, a análise sensorial está intimamente relacionada com ambas as formas de classificação, afim de obter bebidas de qualidade.

A análise sensorial é a última etapa para que o produtor saiba sobre a qualidade de seus cafés. A análise sensorial é realizada por profissionais especializados que avaliam fragrância/aroma, uniformidade, ausência de defeitos (xícara limpa), doçura, sabor, acidez, corpo, finalização, equilíbrio, defeitos e avaliação global para determinação da qualidade da bebida, esta é relacionada a compostos químicos que são muito variáveis em relação ao manejo adotado. Os especialistas pontuam e classificam os cafés de acordo com a metodologia Specialty Coffee Association of America (SCAA).

### **3 MATERIAL E MÉTODOS**

#### **3.1 Caracterização da área experimental e tratos culturais**

O experimento foi realizado na fazenda de café comercial (Lagoa Coffee Plantation - grupo NKG - fazendas brasileiras), no município de Santo Antônio do Amparo, MG, Brasil. A área do experimento tem altitude média de 1100 m e a região apresenta temperatura média anual de 19,6°C com precipitação média de 1.493mm.

A lavoura de cafeeiro pertence a espécie *Coffea arabica* L., cultivar Catuaí-99 e foi implantada no ano de 2012 no espaçamento de 3,40 x 0,60 m.

Para este trabalho foi feita a avaliação da área experimental durante as safras 2016/2017 e 2017/2018. Os manejos adotados na área foram conduzidos pela fazenda, incluindo controle químico de plantas daninhas e controle fitossanitário (pragas e doenças). A correção do solo com a aplicação de calcário foi realizada quando necessário, ao apresentar saturação por bases (V) < 60%.

Os fertilizantes utilizados nos tratamentos no fornecimento de N e os demais superfosfato triplo (SFT) e cloreto de potássio (KCl), foram aplicados sobre o solo na projeção da copa da planta de cafeeiro.

### **3.2 Delineamento experimental**

Foi adotado delineamento em blocos casualizados, fatorial 3 x 4 + 1, com 4 blocos. Foi utilizada 3 fontes de N, (ureia convencional, ureia + NBPT e nitrato de amônio), 4 doses de nitrogênio: 150; 275; 400 e 525 kg ha<sup>-1</sup> de N, e um tratamento controle, sem adubação nitrogenada, totalizando 13 tratamentos e 52 parcelas.

O fornecimento de cloreto de potássio (KCl), superfosfato triplo (SFT) e micronutrientes (M) foram fornecidos na mesma dose para todos os tratamentos. O SFT não foi parcelado, o KCl parcelado em três vezes. A adubação nitrogenada foi parcelada em três vezes, a primeira em outubro, a segunda em dezembro e a terceira em fevereiro, totalizando intervalos de 40 dias entre cada parcelamento.

As parcelas experimentais constituintes de cada bloco foram compostas por 16 plantas, sendo que somente as 10 centrais eram parcelas úteis. Cada linha (rua) foi composta de um bloco e entre cada bloco foi deixada uma linha de bordadura.

### **3.3 Avaliações**

#### **3.3.1 Determinação do teor de nutrientes na folha e nos grãos de café cereja**

Foi realizada a coleta de folhas no terço médio da planta, coletando o terceiro ou o quarto par de folhas para determinação do teor de N. A coleta foi realizada no mês de janeiro, após a segunda adubação, em cada ano de avaliação. Em média 40 folhas foram coletadas por parcela e levadas para o laboratório, onde foram lavadas em água destilada para limpeza. Em seguida foram secas em estufa a 65°C até atingir peso constante. As folhas secas foram moídas e levadas

ao laboratório de nutrição de plantas do Departamento de Ciência do Solo, onde foi determinado o teor de N foliar pelo método de Kjeldahl.

Para a determinação do teor de N no grão, realizou-se a coleta de aproximadamente 7 litros de café cereja de cada parcela. Após a coleta, os grãos foram descascados em descascador elétrico e inseridos em recipientes contendo água até o cobrimento total dos grãos por um período de 24 horas para a retirada da mucilagem. Realizou-se o acompanhamento da secagem até que as amostras apresentassem valores entre 10,8 a 11,2 % de umidade, logo após foram beneficiadas e levadas para secar em estufa a 65°C até atingir peso constante. Estando as amostras secas, elas foram moídas e levadas ao laboratório nutrição de plantas do Departamento de Ciência do Solo, onde foi determinado o teor de N.

### **3.3.2 Análises químicas dos grãos de café**

As análises químicas foram realizadas na estação EPAMIG, Lavras-MG. Utilizou-se de amostras de grãos de café beneficiadas e moídas. Avaliou-se os seguintes parâmetros: condutividade elétrica (CE), lixiviação de potássio (LK), acidez titulável total (ATT), açúcares totais (AT), atividade da polifenoloxidase (PFO), compostos fenólicos totais (Polifenóis), sólidos solúveis (SS) e cafeína.

Para a determinação da CE foi utilizado o método adaptado de Loeffler et al. (1988). A LK, obtida com a embebição das amostras por 5 horas, Prete (1992). Já a ATT foi obtida pelo método adaptado da AOAC (1990), adaptada para o café por Carvalho et al. (1994). Os AT foram determinados pelo método da antrona (DISHE, 1962). A PFO pelo método adaptado por Carvalho et al. (1994).

Os polifenóis foram extraídos pelo método de Goldstein & Swain (1963) e determinados pelo método de Folin Denis, descrito pela AOAC (1990). Os SS foram determinados em refratômetro de bancada, conforme normas da AOAC (1990). A determinação da cafeína foi realizada utilizando espectrofotometria com comprimento de onda a 273nm, conforme metodologia descrita por Li et al. (1990).

### **3.3.3 Qualidade da bebida do café**

Para a avaliação da qualidade da bebida foi realizada a coleta seletiva de 4 litros de café cereja de cada parcela. Após a coleta, os grãos foram descascados em descascador elétrico e

inseridos em recipientes contendo água até o cobrimento total dos grãos por um período de 24 horas para a retirada da mucilagem.

Após 24 horas os grãos foram lavados em água limpa e corrente para retirada da mucilagem e colocados em recipientes telados para secagem em casa de vegetação logo em seguida.

A avaliação da qualidade da bebida do café foi realizada por três profissionais que apresentam habilidade para diferenciar aromas, gostos e características específicas na prova de xícara com realização da análise sensorial. Para isso os provadores de café utilizaram de notas de acordo com o protocolo estabelecido pela Specialty Coffee Association of America (SCAA).

Para a avaliação atribuíram-se notas para onze atributos do café: Fragrância/Aroma, Uniformidade, Ausência de Defeitos (Xícara Limpa), Doçura, Sabor, Acidez, Corpo, Finalização, Equilíbrio, Defeitos e Avaliação Global.

Dos resultados obtidos pela análise sensorial foram estabelecidas e atribuídas notas segundo a SCAA (2008), Tabela 2.

Tabela 2 - Escala de qualidade para a qualidade de bebida café cereja.

Pontuação total	Descrição especial	Classificação
95-100	Exemplar	Especialidade Super Premium
94-90	Excepcional	Especialidade Premium
85-89	Excelente	Especialidade
84-80	Muito bom	Especial
75-79	Bom	Qualidade Boa-Normal
74-70	Fraco	Qualidade Média

Fonte: SCAA, (2008).

### 3.3.4 Análises estatísticas

Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e as médias comparadas pelo teste de Skott Knott ( $\alpha = 0,05$ ). Para a realização das análises estatísticas utilizou o programa de análise estatística SISVAR 5.3<sup>®</sup> (FERREIRA, 2010). Os gráficos foram feitos usando o programa Sigma Plot.



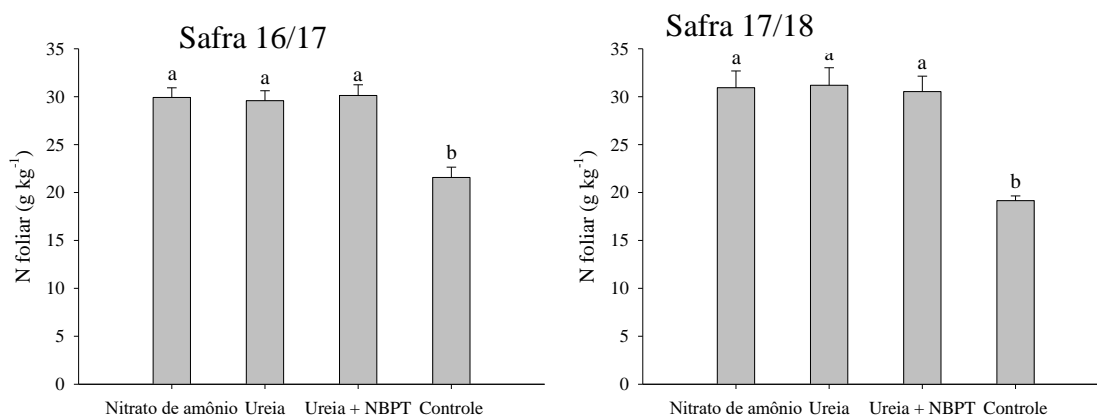
## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 Teor de N foliar

Os teores foliares de nitrogênio foram influenciados ( $P \leq 0,05$ ) pelo efeito isolado de doses e fontes de N e não houve significância ( $P > 0,05$ ) para a interação entre esses fatores tanto na safra 16/17 como na 17/18 (FIGURAS 1 E 2).

Os maiores teores foliares de N ocorreram com a aplicação do nitrato de amônio (29,9 g kg<sup>-1</sup>), ureia (29,6 g kg<sup>-1</sup>) e ureia + NBPT (30,1 g kg<sup>-1</sup>) e o menor teor para controle (21,6 g kg<sup>-1</sup>), sem aplicação de N segundo a safra 16/17 (A). Já na safra 17/18 (B) os maiores teores foliares de N ocorreram com a aplicação do nitrato de amônio (30,9 g kg<sup>-1</sup>), ureia (31,2 g kg<sup>-1</sup>) e ureia + NBPT (30,5 g kg<sup>-1</sup>) e o menor teor para controle (19,2 g kg<sup>-1</sup>), sem aplicação de N (FIGURA 1).

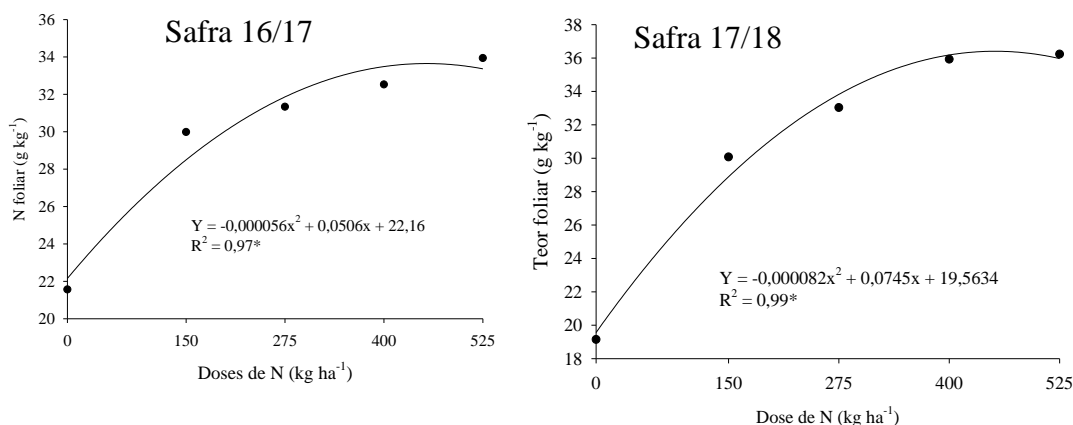
Figura 1 - Teor foliar de nitrogênio em função dos fertilizantes nitrogenados aplicados no cafeeiro.



Legenda: Médias seguidas de letras iguais não diferem entre si pelo teste de Scott Knott ( $P \leq 0,05$ ).  
Fonte: Do autor (2019).

A dose de 452 kg ha<sup>-1</sup> de N foi a que promoveu o maior teor foliar de N na safra 16/17 e a dose de a dose de 454 kg ha<sup>-1</sup> de N foi a que promoveu o maior teor foliar de N na safra 17/18 (FIGURA 2).

Figura 2 - Teor foliar de nitrogênio em função das doses de N aplicados no cafeeiro.



Fonte: Do autor (2019).

O teor de nitrogênio nas folhas do cafeeiro aumenta com o aumento das doses, contudo o teor aumenta independente da fonte de N utilizada, o que foi observado nos dois anos de avaliação. No trabalho realizado por Malavolta et al. (1997), os teores foliares de N considerados adequados para cafeeiro variam de 29-32 g kg<sup>-1</sup>, .., exceto o controle que apresentou teor de 21,6 g kg<sup>-1</sup> na safra 16/17 e 19,2 g kg<sup>-1</sup> na safra 17/18, fato que pode ser facilmente explicado pela falta de adubação nitrogenada desde o início da aplicação dos tratamentos em outubro de 2015.

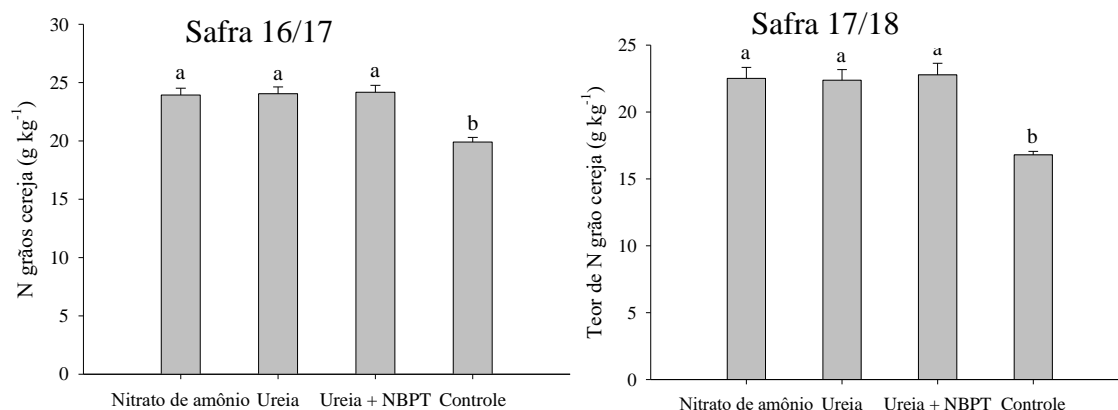
No que diz respeito a não influencia das fontes no aumento do teor de N foliar, Santinato (2013) verificou que os teores de N foliar apresentavam níveis adequados independente da fonte de nitrogênio, desde que o nutriente seja fornecido.

#### 4.2 Teor de N nos grãos

Os teores de nitrogênio (N) nos grãos cereja foram influenciados ( $P \leq 0,05$ ) pelo efeito isolado de doses e fontes de N e não houve significância ( $P > 0,05$ ) para a interação entre esses fatores (FIGURAS 3, 4).

Os teores de N encontrados nos grãos cereja com a aplicação do nitrato de amônio (23,9 g kg<sup>-1</sup>), ureia (24,0 g kg<sup>-1</sup>) e ureia + NBPT (24,2 g kg<sup>-1</sup>) sendo o menor teor para o controle (19,9 g kg<sup>-1</sup>), sem aplicação nitrogenada, dados estes da safra 16/17. No ano agrícola posterior, (17/18) foi observado nos grãos, após aplicação, os teores de N do nitrato de amônio (22,5 g kg<sup>-1</sup>), ureia (22,4 g kg<sup>-1</sup>) e ureia + NBPT (22,8 g kg<sup>-1</sup>) e o teor mais baixo para controle (16,8 g kg<sup>-1</sup>) (FIGURA 3).

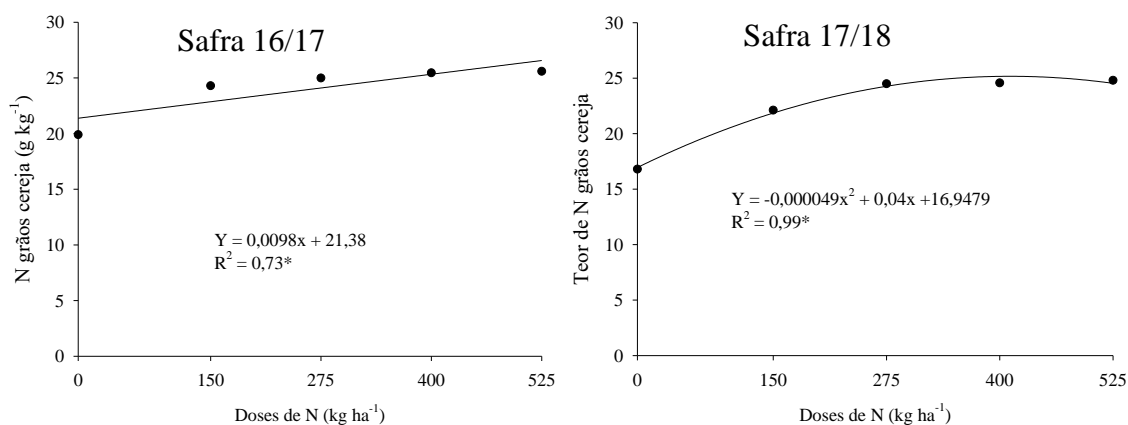
Figura 3 - Teor de N em grãos de café cereja em função dos fertilizantes nitrogenados aplicados no cafeeiro.



Legenda: Médias seguidas de letras iguais não diferem entre si pelo teste de Scott Knott ( $P \leq 0,05$ ).  
Fonte: Do autor (2019).

O aumento do teor de N nos grãos cereja apresentou aumento linear com a adição das doses de nitrogênio, chegando a atingir  $26,5 \text{ g kg}^{-1}$  na dose de  $525 \text{ kg ha}^{-1}$  de N na safra 16/17. Na safra seguinte (17/18) o acréscimo das doses de N proporcionou aumento progressivo no teor de nitrogênio nos grãos, chegando ao valor de  $25,1 \text{ g kg}^{-1}$  na dose de  $408 \text{ kg ha}^{-1}$  de N (FIGURA 4).

Figura 4 - Teor de N em grãos de café cereja em função das doses de N aplicados no cafeeiro.



Fonte: Do autor (2019).

Os teores de nitrogênio nos grãos de café cereja não apresentaram diferenças significativas em relação a fonte nitrogenada nos dois anos agrícolas, entretanto observa-se redução do teor de N da primeira safra (16/17) em relação a próxima, (17/18). Tal fato pode ser

explicado pela maior carga de grãos nas plantas de café na safra 16/17, o que reflete em menor fornecimento de N da planta para os grãos na safra seguinte, por estar em período de crescimento vegetativo para a próxima safra 17/18.

Na Figura 4, pode ser observado que independente da fonte de nitrogênio o teor de N no grão aumenta, ou seja, basta que ocorra o fornecimento crescente da dose de N para que o teor nos grãos aumente.

Há autores que mostram que o aumento do teor de N no grão, devido a adubação nitrogenada, não traz bons resultados havendo correlação negativa entre esse e a qualidade da bebida (AMORIM et al., 1973). Em estudo sobre o uso do salitre potássico no cafeeiro avaliando diversas características sobre a planta, não foi observado efeito negativo desse fertilizante nitrogenado na qualidade do café (SANTINATO et al., 1996). É notável que haja contradições a respeito da relação do nitrogênio com a qualidade da bebida, todavia o uso de fertilizantes nitrogenados é uma das principais causas do aumento de produção e está relacionado com várias rotas metabólicas das plantas.

### 4.3 Análise Sensorial

Para a qualidade da bebida de café, as notas obtidas foram influenciadas ( $P \leq 0,05$ ) pelo efeito isolado de doses e fontes de N e não houve significância ( $P > 0,05$ ) para a interação entre esses fatores (TABELA 1 e FIGURA 5).

A maior nota foi obtida nas parcelas em que não ocorreu a adubação nitrogenada, nas duas safras, nota 83,3 (16/17) e nota 85,0 (17/18). As demais fontes não se diferenciaram estatisticamente em ambos anos agrícolas (TABELA 1).

Tabela1 - Notas obtidas pela prova de xícara em função das diferentes fontes de nitrogênio.

Tratamentos	Nota (16/17)	Nota (17/18)
Nitrato de amônio	81,1 b	82,1 b
Ureia	82,0 b	82,2 b
Ureia + NBPT	81,4 b	82,3 b
Controle	83,3 a	85,0 a
Média	82	82,9
CV (%)	1,5	1,3

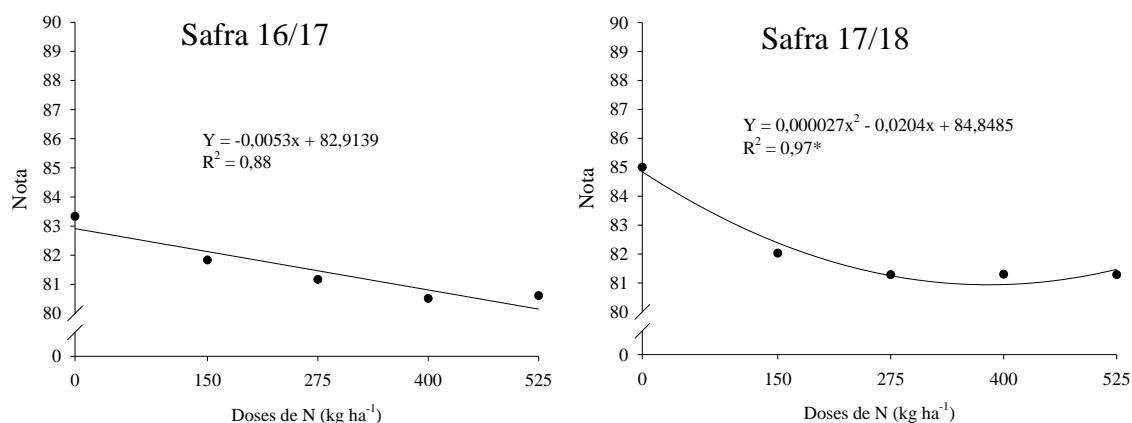
Legenda: Médias seguidas de letras iguais na coluna não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ( $P \leq 0,05$ ).

Fonte: Do autor (2019).

Na Tabela 1 é possível observar que as notas atribuídas para cada tratamento pelos profissionais especializados foram de 81 pontos a cima. Segundo a classificação da SCAA, tabela utilizada como referência, os cafés se enquadram dentro da classificação de café especial. Somente o controle, safra 17/18, apresentou a classificação de café especialidade que no presente trabalho foi o café de melhor resultado na prova de xícara, 85 pontos na safra 17/18.

O aumento das doses de N apresentou decréscimo linear na pontuação das bebidas na avaliação da safra 16/17. Na safra seguinte houve um decréscimo progressivo da nota da bebida do café, ou seja, quanto maior a dose menor foi nota. Ressaltando que a dose 0 kg ha<sup>-1</sup> (controle) apresentou a maior pontuação nas duas safras, 83,3 e 85,0 respectivamente (FIGURA 5).

Figura 5 - Notas de qualidade de bebida em função de diferentes doses de N aplicadas no cafeeiro.



Fonte: Do autor (2019).

A qualidade da bebida mostrou um resultado não esperado, não houve interação entre fonte e dose, dessa forma, independente da fonte nitrogenada utilizada vai ocorrer a diminuição da qualidade da bebida com aumento das doses de N, o que pode ser uma resposta de o controle, nas duas safras, apresentar melhor pontuação na análise sensorial.

Outra possível explicação, em relação ao controle, seria pelo fato de a planta de café estar em desequilíbrio nutricional, devido à falta de adubação nitrogenada nas safras reduzindo o desempenho da planta. Segundo Leão (2018), a maturação dos grãos é retardada por conta do crescimento vegetativo do cafeeiro devido à adubação nitrogenada, a planta apresenta enfolhamento maior reduzindo a incidência de luz nos frutos retardando a maturação dos mesmos. A afirmação do autor relata o contrário do que foi observado nas plantas sem adubação nitrogenada, plantas mal desenvolvidas e com poucas folhas, fato que explica a maior

maturação dos grãos nessas plantas promovendo a melhor qualidade do controle na prova de xícara.

Em trabalho muito parecido, Malta et al (2003) observou que a fonte de nitrato de amônio proporcionou bebida de menor qualidade, obtendo classificação de bebida dura. Já a ureia apresentou melhor classificação juntamente com as outras fontes analisadas recebendo classificação de bebida apenas mole. No presente trabalho a classificação foi a mesma relacionando as fontes ureia e nitrato de amônio obtendo classificação de café especial.

O controle ter apresentado maior pontuação na prova de xícara nos dois anos de avaliação se deve principalmente ao fato de a planta estar em estresse pela falta de N. Segundo Clemente (2010), plantas em situação de deficiência nutricional tornam-se susceptíveis aos danos mecânicos afetando a membrana fazendo com que ocorra maior contato entre as enzimas e os compostos químicos presentes no meio intra e extracelular dentro do grão, isso pode provocar reações químicas que modificam a composição química inicial do café, e como consequência ocorre alterações na qualidade da bebida. Esta alteração pode ser positiva ou negativa, no trabalho a planta estressada (controle) obteve melhores resultados em pontuação na prova de xícara, contudo a classificação foi a mesma na safra 2016/2017 e na safra seguinte o controle foi superior em relação as demais fontes no quesito pontuação e classificação (SCAA,2008).

#### **4.4 Análises químicas dos grãos de café**

Os resultados das análises químicas dos grãos de café em função das fontes de adubação nitrogenada estão apresentados na Tabela 2, com os dados da safra 16/17 e 17/18.

Foram analisados os seguintes parâmetros químicos do grão de café cru: condutividade elétrica (CE), lixiviação de potássio (LK), sólidos solúveis (SS), acidez titulável total (ATT), açúcares totais (AT), polifenóis, proteínas, cafeína e polifenoloxidase (PFO).

Ao observar a Tabela 2 pode-se observar que na safra 16/17 o controle se diferiu significativamente em relação as outras fontes nos parâmetros CE, LK e ATT, sendo superior e os outros componentes químicos não se diferiram estatisticamente independente da fonte. Somente na análise de PFO o controle apresentou menor valor que as demais fontes, apresentando menor resultado.

Em relação à safra 17/18 mostra que não houve diferenças significativas entre as doses em relação a SS, polifenóis e cafeína, notório também que o controle em todas as análises

químicas se apresentou superior estatisticamente. A ureia obteve menor resultado em relação a LK e irregular também pela CE, assim como o nitrato de amônio. Em relação a PFO a ureia + NBPT obteve pior resultdo.

Tabela 2 - Resultado das análises químicas dos grãos de café em função das fontes de nitrogênio nas duas safras 2016/17 e 2017/18.

2016/2017								
Tratamentos	CE (S cm <sup>-1</sup> g <sup>-1</sup> )	LK(ppm g <sup>-1</sup> )	SS (%)	ATT (N g <sup>-1</sup> )	AT (%)	Polifenóis (%)	Cafeína (%)	PFO (U min <sup>-1</sup> g <sup>-1</sup> )
Nitrato de amônio	88,3b	42,0b	31,8a	172,3b	9,3a	5,9a	1,0a	43,7a
Ureia	87,6b	40,8b	32,7a	171,0b	9,3a	5,8a	1,0a	44,9a
Ureia + NBPT	90,3b	42,5b	31,5a	174,7b	8,5a	5,7a	1,0a	43,5a
Controle	98,9a	45,4a	29,2a	186,7a	9,1a	5,9a	1,0a	40,9b
Média	91,3	42,7	31,3	176,2	9,1	5,8	1	43,2
CV (%)	7,8	7	9,3	5,3	8,9	5,8	3,5	6,2
2017/2018								
Tratamentos	CE (S cm <sup>-1</sup> g <sup>-1</sup> )	LK (ppm g <sup>-1</sup> )	SS (%)	ATT (N g <sup>-1</sup> )	AT (%)	Polifenóis (%)	Cafeína (%)	PFO (U min <sup>-1</sup> g <sup>-1</sup> )
Nitrato de amônio	93,8b	35,3a	29,4a	196,6b	10,1a	6,3a	1,0a	49,1a
Ureia	90,4b	32,0b	29,9a	200,3b	10,1a	6,3a	1,0a	48,9a
Ureia + NBPT	97,6a	35,5a	31,2a	201,1b	9,9a	6,3a	1,0a	46,1b
Controle	97,3a	34,4a	27,8a	207,1a	10,2a	6,3a	1,0a	47,8a
Média	94,8	34,3	29,6	201,3	10,1	6,3	1	48
CV (%)	4,8	6,8	7,5	3,4	4,5	2,1	4,5	2,7

Legenda: Médias seguidas de letras iguais na coluna não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ( $P \leq 0,05$ ).

Fonte: Do autor (2019).

Com relação a enzima da PFO no trabalho de Malta (2003) foi observado que a fonte de nitrato de amônia apresentou elevado teor de polifenoloxidase até as doses ultrapassarem 120 kg há<sup>-1</sup>, passando disso observou-se queda na quantidade da enzima e conseqüentemente menor qualidade de bebida, quanto menor a atividade da PFO pior a qualidade do café. Os teores de PFO estão todos abaixo dos descritos no trabalho mencionado. A avaliação da ATT apresenta correlação com a PFO e conseqüentemente com a qualidade da bebida, pois cafés de melhor qualidade



apresentam menor índice de acidez (CARVALHO et al., 1994). Ainda relacionando com o trabalho de Malta (2003) os teores de ATT estavam bem acima dos observados na Tabela 2.

Os ácidos clorogênicos são os principais compostos fenólicos (polifenóis) encontrados nos grãos de café e sua relação com a qualidade da bebida é indireta, ou seja, mais polifenóis pior a qualidade da bebida (SILVA,1999). Segundo Carvalho et al. (1989), essa relação inversamente proporcional dos compostos fenólicos com a bebida esta diretamente relacionada com o ataque de microrganismos e o grau de maturação dos frutos. Teores de compostos fenólicos totais com doses acima de 161 kg ha<sup>-1</sup> de nitrato de amônio apresentaram até 6,82% de polifenóis, doses acima aumentaram o teor desses compostos (MALTA,2003). Em cafés que apresentam menos injúria (mecânica, microbiana ou fisiológica) são considerados de melhor qualidade uma vez que compostos fenólicos aumentam com aumento de injúrias nas membranas celulares dos grãos (AMORIM E SILVA, 1968) Neste trabalho é possível observar valores abaixo do comentado e foi feita uma coleta seletiva dos grãos cereja, o que favorece a qualidade da bebida do café (TABELA 2).

No que diz respeito aos AT, o teor dos mesmos está presente em maior quantidade em grãos de café beneficiado proporcionando melhor qualidade de bebida favorecendo o sabor e o aroma (CHAGAS, 1994; SILVA, 1999). Segundo Amorim et al. (1976), cafés de melhor qualidade de bebida possuem teores elevados de açúcares. Em uma faixa de 5 a 10%, estão enquadrados os cafés de melhor sabor e aroma (PRETE, 1992). Ao analisar a Tabela 2 vemos que nas duas safras os teores de açúcares totais, independente das fontes, se encontra nesta faixa ou um pouco acima, podendo explicar a boa qualidade dos cafés.

A cafeína é a principal purina na composição do café e é encontrada na polpa, no citoplasma do grão e ligada à parede celular, substancia que sem dúvida tem papel importante como estimulante (MENEZES, 1990). Esse efeito estimulante faz com que o café seja uma bebida muito apreciada no mundo e com verdadeiro "poder" de deixar a população em alerta, e ainda apresenta efeitos benéficos a memória. Pelo trabalho é visto que os teores de cafeínas são iguais independente das fontes, no trabalho de Malta (2003) foi observado aumento linear da cafeína em relação ao aumento das doses de N, talvez essa seja a explicação para os teores adequados da substância.

Segundo a Organização Internacional de Café - OIC (1992), para cafés cereja descascado e seco na planta, os valores encontrados se aproximam de 29,56% e 27,48% em relação aos sólidos solúveis. Em trabalho proposto por Pimenta (1996) foram encontrados

valores de 31,25% para café cereja, o que se enquadra dentro do trabalho haja vista, que os frutos foram colhidos no estágio de maturação cereja e passou pelo processo de desmucilação mecânica, o café desmucilado. Os teores encontrados nas duas safras são semelhantes aos encontrados por estes autores.

Em trabalho realizado por Borem (2008) comparando a qualidade do café despulpados e natural em diferentes formas de secagem (terreiro, secador a 40°C e secador a 60°C) foi observado que quando o café despulpado é seco em terreiro se observa teores de 85,67 de condutividade elétrica e de 23,33 de lixiviação de potássio. As quantidades de íons lixiviados e também a condutividade elétrica, tem ocorrido devido ao aumento das temperaturas de secagem interferindo na integridade das membranas celulares do café (MARQUES, 2006; RIBEIRO, 2003). No trabalho é pertinente observar que os teores de CE são pertinentes, pois estão próximos dos valores encontrados pelo autor, ressaltando também que o processamento do café cereja realizado no trabalho foi em desmucilador mecânico, o que pode ter agredido as membranas dos frutos aumentando os valores de CE e conseqüentemente os teores de K lixiviado.

Os resultados encontrados no presente trabalho estão dentro dos valores que foram encontrados por Prete (1992) em que os cafés de boa qualidade tiveram valores de condutividade elétrica entre 84 e 114, ainda considera que existe uma relação inversa ente LK e CE com a qualidade da bebida. Quanto aos valores de potássio lixiviado observa-se que os resultados estão relativamente acima dos valores mencionados por Pimenta (1995) que foram de 24,37 para grãos de frutos colhidos cereja, o que posteriormente deu aos cafés uma qualidade de bebida superior. Ao observar a Tabela 2 nota-se que os teores de LK estão bem acima dos encontrados pelo autor.

Diante disso, pode-se afirmar que alta atividade da polifenoloxidase, baixa acidez total titulável, baixos índices de condutividade elétrica têm relação direta com a qualidade da bebida de *Coffea arabica* (CLEMENTE,2010). No que foi apresentado e observado no trabalho as análises químicas comentadas pela autora se fazem presente nos resultados podendo ser a explicação das boas notas apresentadas na prova de xícara pelos cafés nas duas safras.

## 5 CONCLUSÕES

O teor de nitrogênio nas folhas do cafeeiro se eleva com o aumento das doses, contudo o teor aumenta independente da fonte de N utilizada.

O teor de N nos grãos de café cereja aumenta desde que o nutriente seja disponibilizado, o fornecimento de N deve ser dentro de limites pois altos teores de N nos grãos de café cereja podem prejudicar a qualidade da bebida.

A pontuação e a qualidade dos grãos de café cereja durante as duas safras do projeto foram boas e obtiveram classificação de café especial. Quando não se realiza adubação se obtêm a melhor pontuação nos dois anos agrícolas, obtendo descrição especial excelente e classificação de café especialidade na safra 2017/2018.

Os resultados obtidos pelas análises químicas dos grãos de café cereja se enquadraram dentro dos resultados de outros trabalhos realizados permitindo com que os lotes de cafés obtivessem bom desempenho na análise sensorial.

## 6 REFERÊNCIAS

- AFONSO JÚNIOR, P. C. **Aspectos físicos, fisiológicos e da qualidade do café em função da secagem e do armazenamento**. 2001. 373 f. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2001.
- AMORIM, H.V.; **Aspectos bioquímicos do grão de café verde relacionados com a deterioração da qualidade**. Tese de livre docência. Piracicaba: ESALQ-USP. 1978. 85p.
- AMORIM, H.V.; LEGENDRE, M.G.; AMORIM, V.L.; ANGELO, A.J.S.; ORY, R.L. Chemistry of Brazilian green coffee and the quality of the beverage. VII. Total carbonyls, activity of polyphenol oxidase, and hydroperoxides. **Turrialba**, San José, v.26, n.2, p.193-195, 1976.
- AMORIM, H. V.; TEIXEIRA, A. A.; MORAES, R. S.; REIS, A. J.; PIMENTEL GOMES, F.; MALAVOLTA, E. Efeito da adubação N, P e K no teor de macro e micronutrientes do fruto e na qualidade da bebida do café. **Anais da ESALQ**, Piracicaba, v. 30, p. 323-333, 1973.
- AMORIM, H. V.; SILVA, D. M. **Relationship between the polyphenol oxidase activity of coffee beans and the quality of the beverage**. *Nature*, New York, v. 219, n. 27, p. 381-382, July 1968.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTRY. **Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists**. 15.ed. Washington, 1990. 2v.
- BERTHAUD, J.; CHARRIER, A. **Genetic resources of Coffea**. In: Clarke, R. J.; Macrae, R. *Coffee: Agronomy*. London: Elsevier Applied Science, 1988. V.4, p. 1-42
- BORÉM, Flávio Meira et al. **Qualidade do café natural e despulpado após secagem em terreiro e com altas temperaturas**. 2008.
- BRANDO, C. H. J. Cereja descascado, desmucilado, fermentado, despulpado ou Lavado? In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEIRAS, 25., 1999, Franca. Anais... Rio de Janeiro: MAARA/PROCAFÈ, 1999.p. 342-346.
- CAMPA, C.; BLLESTER, J. F.; DOULBEAU, S.; DUSSERT, S.; HAMON, S.; NOIROT, M. Trigonelline and sucrose diversity in wild Coffea species. **Food Chemistry**, Washington, v. 88, p. 39-43, jan. 2004.
- CANTARELLA, H. **Nitrogênio**. In: NOVAIS, R.F.; ALVAREZ V.; V.H.; BARROS, N.F.; FONTES, R.L.F.; CANTARUTTI, R.B.; NEVES, J.C.L. *Fertilidade do solo*. Sociedade Brasileira de Ciências do Solo, 2007. 1017p.
- CARVALHO, V. D.; CHAGAS, S. J. R.; SOUZA, S. M. C. Fatores que afetam a qualidade do café. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 18, n. 187, p. 5-20, 1997. WINTGENS, J. N. **Coffee: growing, processing, sustainable production**. Weinheim: [s.n.], 2004. 711 p.
- CARVALHO, V. D. de; CHAGAS, S. J. R.; CHALFOUN, S. M.; BORTREL, N.; JUSTE JÚNIOR, E. S. G. **Relação entre a composição físico-química dos grãos de café beneficiado e**

a qualidade da bebida do café. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 29, n. 3, p. 449-445, mar. 1994.

CHAGAS, S. J. R. et al. Caracterização química e qualitativa de cafés de alguns municípios de três regiões produtoras de Minas Gerais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 31, n. 8, p. 555-561, 1996.

CHAGAS, S. J. de R. **Caracterização química e qualitativa de cafés de alguns municípios de três regiões produtoras de Minas Gerais**. 1994. 83 f. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 1994.

CHALFOUN, S. M. S. **O café (*Coffea arabica* L.) na região Sul de Minas Gerais – relação da qualidade com fatores ambientais, estruturais e tecnológicos**. Lavras, 1996. 171 p. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Lavras.

CLEMENTE, J. M. **Nutrição nitrogenada e potássica afetando crescimento, produção, composição química e qualidade da bebida do *Coffea arabica* L.** 2010.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO - CONAB. **Safra brasileira de café**. 2019. Disponível em: <<https://www.conab.gov.br/infoagro/safras/cafecafe.com.br/publicacoes/relatorio-de-exportacoes/>>. Acesso em: 11 abr. 2019.

CONSELHO DE EXPORTADORES DE CAFÉ DO BRASIL - CECAFÉ. **Produção Café**. 2019. Disponível em: <<https://www.cecafe.com.br/sobre-o-caffe/producao/>>. Acesso em: 9 abr. 2019.

CONSELHO DE EXPORTADORES DE CAFÉ DO BRASIL - CECAFÉ. **Relatório mensal de exportações Março**. 2019. Disponível em: <<https://www.cecafe.com.br/publicacoes/relatorio-de-exportacoes/>>. Acesso em: 11 abr. 2019.

DISHE, Z., 1962, **General color reaction**. In: R.L. Whistler & M.L. Wolfrom (eds.), **Methods in Carbohydrate Chemistry**, Academic Press., 1: 478-512.

FRANCA, A. S.; MENDONÇA, J. C. F.; OLIVEIRA, S. S. D. Composition of green and roasted coffees of different cup qualities. **LWT**, [S.l.], v. 38, p. 709-715, Aug. 2004.

LEÃO, T. V. M. **Qualidade física de grãos de café sob níveis de adubação via fertirrigação**. 2018. 24 f. Trabalho de Conclusão de curso (Graduação em Agronomia) - Universidade Federal de Uberlândia, Monte Carmelo, 2018.

LEITE, I.P. **Influência do local de cultivo e do tipo de colheita nas características físicas, composição química do grão e qualidade do café (*Coffea arabica*, L.)**. Lavras: ESAL, 1991. 131p. Dissertação de Mestrado.

LOEFFLER, T.M.; TEKRONY, D.M.; EGLI, D.B. The bulk conductivity test as an indicator of soybean quality. **Journal of Seed Technology**, Lansing, v.12, n.1, p. 37-53, 1988.

MAARSE, H.; VISSCHER, C. A. **Volatie compounds i foods: quantative and qualitative data**. 7. ed. The Netherlands: Zeist, 1996.

MAIER, H. G. Chemical and technologic des kaffees. **Lebensmittelechemie and Geerichtliche Chemic**, Berlin, v. 37, p. 25-29, 1983.

MAIER, H. G. K. **Grundlagen and fortschritte der lebensmitteluntersuchung and Lebensmitteltechnolog**. Berlin: Hamburg, 1981.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional das plantas**. Piracicaba: POTAFOS, 1997. 319 p.

MALTA, M. R. et al. Composição química, produção e qualidade do café fertilizado com diferentes fontes e doses de nitrogênio. **Ciência e Agrotecnologia, Lavras**, v. 27, n. 6, p. 1246-1252, 2003.

MATIELLO, J. B. et al. **Cultura de café no Brasil: novo manual de recomendações**. Varginha: MAPA, 2010. 546 p.

MHALI, S. S.; GRANT, C.A.; JOHNSTON, A.M.; GILL, K.S. Nitrogen fertilization management for no-till cereal production in the Canadian Greate Plains: a review. **Soil & Tillage Research**, v.60, p.101-122, 2001.

MENDONÇA, L. M. V. L. et al. **Composição química de grãos crus de cultivares de *coffea arabica* lsuscetíveis e resistentes à *hemileia vastatrix* berg et br**. Ciênc. agrotec., Lavras, v. 31, n. 2, p. 413-419, mar./abr., 2007

MESQUITA, Carlos Magno de et al. **Manual do café: colheita e preparo (*Coffea arabica* L.)**. Belo Horizonte: EMATER-MG, 2016. 52 p. il.

ORGANIZACION INTERNACIONAL DEL CAFÉ - OIC. **El despulpado del café por medio de desmucilagadoras mecánicas sin proceso de fermentación y su efecto en la calidad de bebida de café producido en la región de Apucarana en el estado de Paraná en Brasil**. London, 1992. (Reporte de evaluación sensorial).

PEREIRA, R. G. F. A. **Efeito da inclusão de grãos defeituosos na composição química e qualidade do café (*Coffea arabica* L.) Estritamente mole**. 1997. 96 f. Tese (Doutorado em Ciência dos Alimentos) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 1997.

PIMENTA, C. J. **Qualidade do café (*Coffea arabica* L.) Originado de frutos colhidos em quatro estádios de maturação**. 1995. 94 f. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 1995.

PRETE, C.E.C. **Condutividade elétrica do exsudato de grãos de café (*Coffea arabica* L.) e sua relação com a qualidade da bebida**. Piracicaba: ESALQ, 1992. 125p. (Tese - Doutorado em Agronomia).

RENA, A. B.; MAESTRI, M. Ecofisiologia do cafeeiro. In: CASTRO, P. R. C.; FERREIRA, S. O.; YAMADA, T. (Ed.). **Ecofisiologia do cafeeiro**. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1987. p. 119-147.

RIBEIRO, D. M. **Qualidade do café cereja descascado submetido a diferentes temperaturas, fluxos de ar e períodos de pré-secagem**. 2003. 86 p. Dissertação (Mestrado em Ciências dos Alimentos) Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2003.

SANTINATO, R. et al. **Fontes de Nitrogênio Solúveis, Protegidas e de Lenta Liberação na Produção do Cafeeiro irrigado – 1º biênio – Araguari – MG**. Pesquisador e Consultor Santinato & Santinato Cafés Ltda., Campinas, SP. 2013.

SANTINATO, R.; OLIVEIRA, L. H.; PEREIRA, E. M. Efeitos do uso de salitre de potássio como fonte de nitrogênio e potássio na adubação química do cafeeiro: Carmo do Paranaíba/MG-1992-1996. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEIRAS, 22., 1996, Águas de Lindóia. **Anais...** Águas de Lindóia: SDR/PROCAFÉ/EMBRAPA/DENAC/CATI, 1996. p. 180-184.

SILVA, E. B. **Fontes e doses de potássio na produção e qualidade do café provenientes de plantas cultivadas em duas condições edafoclimáticas**. 1999. 105 p. Tese (Doutorado em Ciência do Solo) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 1999.

SILVETZ, M. Coffee processing technology. Vo. II – Aromatization, Properties, Brewing, Decaffeination, Plant design. **The AVI Publishing Co.**, Westport, 1963. 379 p.

TEIXEIRA FILHO, M. C. M.; BUZETTI, S.; ANDREOTTI, M.; ARF, O.; BENETT, C. G. S. Doses, fontes e épocas de aplicação de nitrogênio em trigo irrigado em plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 45, n. 8, p. 797-804, 2010.

WAJDA, P.; WALCZYK, D. Relationship between acid value of extracted fatty matter and age of green coffee bean. **Journal Science Food Agricultural**, [S.l.], v. 29, p. 377-380, 1978.