

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA**

**Thúlio Vinicius Martins Leão**

**Qualidade física de grãos de café sob níveis de adubação via fertirrigação**

**Monte Carmelo - MG  
2018**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA**

**Thúlio Vinicius Martins Leão**

**Qualidade física de grãos de café sob níveis de adubação via fertirrigação**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Agronomia, Campus Monte Carmelo, da Universidade Federal de Uberlândia, como parte dos requisitos necessários para obtenção do grau de Engenheiro Agrônomo.

Orientadora: Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Gleice Aparecida de Assis

**Monte Carmelo - MG  
2018**

**Thúlio Vinicius Martins Leão**

**Qualidade física de grãos de café sob níveis de adubação via fertirrigação**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Agronomia, Campus Monte Carmelo, da Universidade Federal de Uberlândia, como parte dos requisitos necessários para obtenção do grau de Engenheiro Agrônomo.

Monte Carmelo, 10 de julho de 2018

Banca Examinadora

---

Profa. Dra. Gleice Aparecida de Assis  
Orientadora

---

Prof. Dr. Edson Aparecido dos Santos  
Membro da Banca

---

Eng. Agron. Luiz Donizetti Ferreira Junior  
Membro da Banca

**Monte Carmelo – MG  
2018**

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus por ter me dado saúde e força para superar as dificuldades.

À Universidade Federal de Uberlândia, corpo docente, direção e administração que possibilitaram que hoje vislumbrasse um horizonte superior, no mérito e ética aqui presentes da referida instituição.

À Fazenda Juliana por fornecer apoio e espaço para condução das atividades de pesquisa.

À minha orientadora Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Gleice Aparecida de Assis pelos suportes e incentivos.

Aos meus pais, pelo amor, incentivo e apoio incondicional.

E a todos que direta ou indiretamente fizeram parte da minha formação, o meu muito obrigado.

## RESUMO

A presença de grãos defeituosos em um lote de café, principalmente os grãos pretos, verdes e ardidos, assim como a ocorrência de grãos moca influencia diretamente no preço pago pelo produto e na qualidade sensorial da bebida. Como referencial teórico para a adubação do cafeeiro na região do Alto Paranaíba utiliza-se a 5ª aproximação. Porém, com o uso da irrigação nessa região e mudança no cenário da cafeicultura, tornam-se necessários estudos mais específicos da dose de adubo a ser aplicada em cafeeiros fertirrigados, em função da produtividade e demanda nutricional ser maior em relação às plantas não irrigadas. Objetivou-se com este experimento avaliar a qualidade física de grãos de café sob níveis de adubação nitrogenada e potássica via fertirrigação. O ensaio foi instalado na Fazenda Juliana, Monte Carmelo, Minas Gerais, utilizando-se a cultivar Topázio MG-1190. Foram testados cinco níveis de adubação nitrogenada e potássica (30%, 80%, 130%, 180% e 230% da adubação proposta para lavouras de sequeiro), aplicados via fertirrigação. O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados com quatro repetições. As parcelas foram constituídas por 30 plantas, consideradas úteis as oito centrais. Em julho de 2016 foi realizada a colheita do experimento, por meio de derrça manual no pano, quando foi analisado o percentual de frutos nos diferentes estádios de maturação. Após o beneficiamento do café, as amostras foram classificadas por tamanho e formato (utilizando-se peneiras com crivos redondos e oblongos em diferentes tamanhos) e quanto ao tipo (em função do número de defeitos). O aumento da adubação nitrogenada e potássica em cafeeiros fertirrigados retardou a maturação, proporcionando menor percentual de frutos secos e maior quantidade de grãos defeituosos verdes e ardidos. Em relação ao tamanho e formato do grão, o aumento dos níveis de adubação diminuiu a quantidade de grãos moca médio, havendo um decréscimo de 0,53% para cada 30% de incremento na adubação.

**Palavras-chave:** Cafeeiro. Adubação. Classificação em peneiras. Maturação.

## SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	8
2 MATERIAL E MÉTODOS.....	11
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	15
4 CONCLUSÕES .....	23
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	24

## 1 INTRODUÇÃO

A cultura do cafeeiro (*Coffea arabica* L.) é de grande importância na agricultura e na economia brasileira desde a sua introdução no Brasil. Inicialmente a cafeicultura se desenvolveu em regiões consideradas aptas à cultura, no que diz respeito às necessidades hídricas, mas com a introdução da mesma em regiões consideradas marginais em termos de disponibilidade hídrica, tornou-se necessária a adoção de novas tecnologias de cultivo, em especial a irrigação (NUNES et al.,2007).

No cenário internacional, o Brasil lidera a produção de café, alcançando em 2017/2018 um total de 51 milhões de sacas de 60 kg beneficiadas de um total produzido no mundo de 159,6 milhões de sacas. No quesito exportação, houve um decréscimo de 3,4 milhões de sacas em 2016/2017 em relação ao ano safra anterior, onde a quantidade exportada foi de 36,9 milhões de sacas em relação. Porém, o Brasil ainda se mantém na liderança como maior exportador e segundo maior consumidor mundial (ORGANIZAÇÃO INTERNACIONAL DO CAFÉ - OIC, 2018).

Minas Gerais destaca-se como o maior produtor de café no Brasil. Estima-se uma produção de 30,6 milhões de sacas para a safra 2018, o que representa 52% da produção nacional. A região do Alto Paranaíba, Triângulo Mineiro e Noroeste de Minas destaca-se no quesito qualidade de café (conjunto de aspectos, tais como tamanho, formato do grão e qualidade sensorial) que geram uma pontuação elevada ao café oriundo dessa região, sendo a primeira a receber a Denominação de Origem, o que agrega valor ao produto, certificação de origem e reconhecimento no cenário internacional. A expectativa para essa região na safra 2018 é uma área cultivada com *Coffea arabica* L. de 229.060 hectares, produção de 6,57 milhões de sacas e produtividade média de 35,78 sacas ha<sup>-1</sup>. Devido às tecnologias empregadas e condições favoráveis para o cultivo, o Cerrado Mineiro destaca-se na produtividade em relação às demais regiões do estado (COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO – CONAB, 2018).

Dentre as tecnologias empregadas para o cultivo de *C. arabica* L. no Cerrado Mineiro destaca-se a irrigação. Nas lavouras em que se utiliza o sistema de gotejamento, a aplicação de nutrientes via água de irrigação, denominada fertirrigação, vem se tornando prática frequente pelos cafeicultores, em função da praticidade, otimização do sistema e pela prevenção de eventuais perdas de adubo por volatilização. Atualmente, para o estado de Minas Gerais, a literatura mais utilizada para recomendação de adubação de cafeeiros é a

proposta por Guimarães et al. (1999), que tem como base lavouras cultivadas em condição de sequeiro. Porém, com a mudança no cenário na cafeicultura, com utilização de tecnologias, cultivares mais produtivas e responsivas à adubação e inserção de irrigação em algumas áreas, tem se notado a necessidade de uma atualização da quantidade de nutrientes a ser aplicada na área.

Alguns pesquisadores enfatizam que com o uso da fertirrigação é possível reduzir a quantidade de adubação na área, em função de menores perdas dos nutrientes quando comparada à adubação via lanço. Em área irrigada com cafeeiro Catuaí Vermelho IAC H2077-2-5-24 no município de Garanhuns-PE, verificou-se que com o uso da fertirrigação foi possível reduzir em até 41,85% a quantidade de nitrogênio recomendada para a cultura em produção (QUINTELLA et al., 2011). Na fase de formação do cafeeiro, em lavoura cafeeira adensada nas condições do Sul de Minas Gerais verificou-se a possibilidade de redução da adubação nitrogenada e potássica em 30% em relação à recomendação para áreas não irrigadas (SOBREIRA et al., 2011). Quando a cultura se encontra na fase de produção, em função dos frutos constituírem um forte dreno, é provável que a exigência de adubação seja maior em lavouras irrigadas quando comparadas às de sequeiro, em função da maior produtividade e conseqüentemente maior consumo de assimilados (ASSIS et al., 2015).

Atualmente se busca um paralelo entre economia de insumos, produtividade e qualidade do café, objetivando-se menor custo de produção e maior valor agregado do produto final.

A qualidade do café tem grande influência em seu valor comercial. Para determinação da qualidade são realizadas classificações quanto ao tipo, tamanho, formato, cor e bebida de acordo com a Instrução normativa N° 8 de 11 de junho de 2003 (BRASIL, 2003).

Na classificação quanto ao formato, os grãos são classificados em duas categorias: chato e moca. O grão chato tem uma face mais plana e a outra convexa, enquanto o grão moca tem o formato arredondado originário do desenvolvimento de uma única semente no fruto ocupando as duas lojas. Elevada quantidade de grãos mocas é um indicativo de deficiência na fecundação, estando relacionado a problemas genéticos, fatores climáticos e nutrição. Na base e até no meio dos ramos produtivos, são obtidos frutos com maior tamanho e conseqüentemente maior porcentagem de grãos chatos. Já na ponta dos ramos, os grãos são menores e ocorre maior quantidade de grãos mocas (LAVIOLA et al., 2006). É importante a separação dos grãos pelo tamanho e formato para obtenção de uma torra uniforme.

A ocorrência de defeitos, principalmente grãos pretos, verdes e ardidos, deprecia a qualidade sensorial da bebida e está associada principalmente ao manejo inadequado na



colheita e pós-colheita do café (FRANÇA et al., 2005). Aspectos como cor, torração e bebida são prejudicados com a presença desses defeitos. Os grãos pretos e ardidos são resultantes de um processo que ocorre após a completa maturação do fruto de café, onde a mucilagem existente nos frutos cereja é sujeita à fermentação ainda na planta, favorecida pela alta umidade. No terreiro, a mistura de frutos passas, secos e danificados, vindos já fermentados do campo, aliada à falta de arejamento, propicia o início ou prosseguimento do processo de fermentação. No início aparece o defeito ardido, seguido do escurecimento completo do grão, originando o defeito preto, que consiste no total apodrecimento do grão (REZENDE, 2013).

Os grãos verdes são originados pela colheita de frutos imaturos, causando o aumento da adstringência da bebida. Os grãos conchas são resultantes de alguma alteração fisiológica ou genética do fruto. Os grãos coco e marinheiros são ocasionados no beneficiamento, pela não remoção do exocarpo e do pergaminho, respectivamente, durante esse processo. O grão brocado advém do ataque da broca-do-café. O grão quebrado é proveniente de danos mecânicos que podem estar relacionados com má regulagem da colhedora ou da máquina de beneficiamento e o grão ardido ocorre quando há excesso de umidade, causando fermentação do grão (BANDEIRA et al., 2009). Os principais defeitos enquadram-se na categoria PVA (preto, verde e ardido), os quais prejudicam a qualidade sensorial da bebida.

No grão, o espermoderma ou película prateada acompanha a maturação do fruto, passando da coloração verde para prateada nos frutos cereja. Quando o fruto é colhido ainda verde, a película se mantém de cor verde, embora o grão já tenha o aspecto semelhante à de um que já tenha completado seu desenvolvimento. Como consequências de uma colheita com alto percentual de frutos verdes têm-se perda de peso e produção de bebida inferior, com alta adstringência (REZENDE, 2013).

A adubação nitrogenada é de suma importância para o cafeeiro, visto que é o nutriente mais exigido para o crescimento vegetativo e o segundo mais exportado pelos grãos do cafeeiro, além de ser um componente da cafeína, onde teores mais elevados são relacionados à qualidade química da bebida (MARTINEZ et al., 2014). Já a adubação potássica influencia principalmente as características de crescimento reprodutivo, como número de frutos do ramo, produção e tamanho de grãos, assim como no teor de açúcar do café, o que afeta a qualidade sensorial do produto (CLEMENTE et al., 2013).

Considerando a importância de um manejo equilibrado de nutrientes na lavoura cafeeira, objetivou-se avaliar a qualidade física de grãos de café sob níveis de adubação nitrogenada e potássica via fertirrigação na Região do Alto Paranaíba.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi instalado na Fazenda Juliana, município de Monte Carmelo, Minas Gerais, situado na mesorregião do Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba. A área está localizada a uma altitude de 870 m, latitude sul 18° 43' 29'' e longitude oeste 47° 29' 55''W. O plantio da lavoura foi realizado em novembro de 2011 utilizando-se mudas da cultivar Topázio MG-1190. Foi adotado espaçamento de 3,8 m entre linhas por 0,6 m entre plantas, totalizando 4.386 plantas ha<sup>-1</sup>. O solo no qual a área experimental está instalada possui textura argilosa com 50% de argila, caracterizado como LATOSSOLO VERMELHO Distroférrico, sendo as recomendações de adubação baseadas na caracterização química do solo (Tabela 1) e com base na produtividade esperada na lavoura.

Tabela 1. Caracterização química do solo referente ao ano de 2015

pH (H <sub>2</sub> O)	6,8
Fósforo (P) – mg dm <sup>-3</sup>	7,4
Potássio (K) - mg dm <sup>-3</sup>	110,0
Cálcio (Ca <sup>2+</sup> ) – cmolc dm <sup>-3</sup>	3,3
Magnésio (Mg <sup>2+</sup> ) – cmolc dm <sup>-3</sup>	1,6
Alumínio (Al <sup>3+</sup> ) – cmolc dm <sup>-3</sup>	0,0
H+Al (Extrator SMP) – cmolc dm <sup>-3</sup>	1,9
SB – cmolc dm <sup>-3</sup>	5,21
CTC (t) - cmolc dm <sup>-3</sup>	5,21
CTC a pH 7,0 (T) - cmolc dm <sup>-3</sup>	7,11
Saturação por bases (V) - %	73,0
Saturação de alumínio (m) - %	0,0
Matéria orgânica (MO) - dag kg <sup>-1</sup>	2,4
Zinco (Zn) –mg dm <sup>-3</sup>	1,6
Ferro (Fe) – mg dm <sup>-3</sup>	48,0
Manganês (Mn) – mg dm <sup>-3</sup>	6,0
Cobre (Cu) – mg dm <sup>-3</sup>	0,3
Boro (B) – mg dm <sup>-3</sup>	0,29

Os valores mensais de temperatura média, umidade relativa e precipitação durante o período de condução do experimento (agosto de 2015 a julho de 2016) estão apresentados na Tabela 2.

Tabela 2. Dados meteorológicos (T – Temperatura (°C), UR – Umidade Relativa (%) e Prec. – Precipitação (mm)) de Monte Carmelo/MG referentes a agosto de 2015 a julho de 2016

	Prec. (mm)	T (°C)	UR (%)
Agosto	0,0	21,7	56,4
Setembro	98,0	24,9	57,6
Outubro	97,6	27,0	55,8
Novembro	356,8	25,7	73,8
Dezembro	156,8	25,1	75,0
Janeiro	711,6	24,2	84,0
Fevereiro	183,4	25,3	73,3
Março	256,6	25,0	76,5
Abril	0,4	24,2	66,2
Mai	41,6	22,4	70,2
Junho	34,0	20,4	68,3
Julho	0,0	20,5	59,0

Os tratamentos foram compostos por cinco níveis de adubação nitrogenada e potássica (30%, 80%, 130%, 180% e 230% do recomendado para lavouras não irrigadas, segundo Guimarães et al. (1999)) aplicados via fertirrigação, com o intuito de analisar níveis mínimos e extremos e seus efeitos na qualidade do café. Nos meses de novembro a abril, as plantas receberam 70% do total aplicado no ano; e de maio a outubro 30% da adubação total.

Para adubação dos tratamentos foram utilizadas fontes solúveis de nutrientes indicados para a fertirrigação: ureia pecuária (45% de N) e nitrato de potássio (44% de K<sub>2</sub>O e 13% de N) (Tabela 3).

Tabela 3. Quantidade de adubo aplicada no experimento de 2015 a 2016

Níveis de adubação	Ureia pecuária		Nitrato de potássio	
	g planta <sup>-1</sup>	kg ha <sup>-1</sup>	g planta <sup>-1</sup>	kg ha <sup>-1</sup>
30%	22,74	99,74	13,65	59,87
80%	60,64	265,97	36,40	159,65
130%	98,54	432,20	59,15	259,43
180%	136,44	598,42	81,90	359,21
230%	174,34	764,70	104,65	458,99

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, com quatro blocos. Cada parcela apresentou 30 plantas, sendo oito úteis. Entre cada linha de tratamento de plantas irrigadas existiam duas linhas de plantas de bordadura, de forma a evitar uma possível interferência dos tratamentos.

O sistema de irrigação automatizado constou de uma unidade central de controle (motobomba, filtros de disco, manômetros e conexões), linha principal de tubos PVC, PN 80, linhas de derivação, registros e controle de válvulas automatizado com controlador modelo NMC-PRO Netafim. Para irrigação foi utilizado tubo gotejador autocompensante de parede grossa (0,9 mm), com emissores com vazão de 2,2 L h<sup>-1</sup>.

O manejo fitossanitário foi realizado mediante avaliações periódicas na lavoura para determinação da necessidade de manejo de pragas, doenças e plantas daninhas. Para o controle de plantas daninhas em pré-emergência aplicou-se herbicida a base de oxifluorfen na dose de 2 L ha<sup>-1</sup> (p.c.), além de capinas manuais periódicas na projeção da copa do cafeeiro. Para o controle de cercosporiose (*Cercospora coffeicola* Berk. & Cooke) e Mancha de Phoma (*Phoma costarricensis* Echandi) aplicou-se, com auxílio de bomba costal, fungicidas à base de tiofanato metílico, na dose de 1,0 kg ha<sup>-1</sup> (p.c.) e vazão de 400 L ha<sup>-1</sup>. Em relação à ferrugem do cafeeiro (*Hemileia vastatrix* Berk & Br.) utilizou-se fungicidas dos grupos químicos dos triazois e estrobirulinas, tais como o ciproconazol e azoxistrobina, na dose de 500 mL ha<sup>-1</sup> (p.c.). O controle de bicho-mineiro-do-cafeeiro (*Leucoptera coffeella* Guérin-Mèneville) foi realizado com clorpirifós, na dose de 1,5 L ha<sup>-1</sup> (p.c.).

A colheita do experimento foi realizada por meio de derriça manual no pano em julho de 2016. Durante essa etapa foi mensurado o volume (L) de frutos de cada parcela e retirada uma amostra de 10 L de cada repetição. As amostras foram secas em terreiro suspenso e revolvidas várias vezes ao longo do dia para secagem homogênea até atingir umidade para beneficiamento (entre 11 e 12% de umidade). Posteriormente foi determinada a massa e o volume do café coco e beneficiado. Para análise da uniformidade de maturação dos frutos, retirou-se 0,3 L de café colhido de cada parcela, procedendo-se à separação e contabilização dos frutos em seus distintos estádios de maturação: chumbinho, verde, verde cana, cereja, passa e seco.

Após o beneficiamento, 100 gramas de cada parcela foram distribuídas em um conjunto de 14 peneiras, dispostas na seguinte ordem: 19C, 13M, 18C, 12M, 17C, 11M, 16C, 10M, 15C, 9M, 14C, 13C, 8M e F, em que C refere-se à peneira de crivo redondo que separa o café chato, M a peneira de crivo oblongo que retém o café moca e F corresponde à porção de café beneficiado que não ficou retida em nenhuma peneira, sendo denominada simplesmente de fundo (TEIXEIRA, 1999). Posteriormente foi realizada a separação nas seguintes categorias: Chato graúdo (CG): peneiras 19, 18 e 17; Chato médio (CM): peneiras 16 e 15; Chato miúdo (CMi): peneira 14 e menores; Moca graúdo (MG): peneiras 13, 12 e 11; Moca médio (MM): peneira 10 e Moca miúdo (MMi): peneira 9 e menores.

Para a classificação quanto ao tipo, baseada na quantidade defeitos, foi utilizada uma amostra homogeneizada de 300 gramas de café beneficiado de cada parcela, procedendo-se à separação dos defeitos intrínsecos (grãos pretos, ardidos, verdes, chochos, mal granados, quebrados, concha e brocados) e extrínsecos (casca, marinheiro, coco e pedra) (Figura 1). O número de grãos defeituosos em cada classe foi contado para determinação da equivalência dos defeitos para classificação quanto ao tipo (BRASIL, 2003).



Figura 1. Defeitos do café (A - marinheiro, B – coco, C – quebrado, D – ardido, E – concha, F – brocado, G – preto, H – verde).

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância a 5% de probabilidade utilizando-se o software SISVAR. Detectadas diferenças significativas entre os tratamentos, as médias referentes ao fator níveis de adubação foram ajustadas a modelos de regressão. Para as características na qual os modelos matemáticos não se ajustaram, as médias foram comparadas pelo teste de Scott-Knott (FERREIRA, 2011).

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com a análise de variância, houve efeito significativo dos níveis de adubação na porcentagem de frutos cereja e seco. Já nos demais estádios de maturação não foram observadas diferenças entre os tratamentos ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F (Tabela 4).

Tabela 4. Resumo de análise de variância para porcentagem de frutos de café nos diferentes estádios de maturação em função de níveis de adubação

FV	GL	QM					
		Chumbinho	Verde	Verde Cana	Cereja	Passa	Seco
Níveis	4	0,06 <sup>ns</sup>	37,69 <sup>ns</sup>	0,89 <sup>ns</sup>	736,72 <sup>**</sup>	152,18 <sup>ns</sup>	1454,88 <sup>*</sup>
Bloco	3	0,06	65,77	1,34	52,66	57,72	81,06
Erro	12	0,06	41,18	1,98	43,58	59,88	82,18
Total	19						
Média		0,05	9,46	1,39	21,09	29,45	38,56

Ns, \* e \*\*: não significativo, significativo ao nível de 5% de probabilidade e significativo ao nível de 1% de probabilidade, respectivamente, pelo Teste F.

Os níveis de adubação testados não influenciaram a porcentagem de frutos verde cana, verde e passa, obtendo-se em média 1,39%, 9,45% e 29,45% de frutos nesses estádios, respectivamente (Tabela 5). Com base nesses dados, verifica-se que a colheita foi realizada no momento ideal, pois o percentual de frutos verdes encontrava-se abaixo de 10%. A ocorrência de elevada quantidade de frutos imaturos pode depreciar a qualidade da bebida, conferindo-lhe um sabor adstringente (ASSIS et al., 2015).

Tabela 5. Percentual de maturação de frutos de café (%) colhidos em plantas sob níveis de adubação via fertirrigação (%)

Níveis	Médias			
	Chumbinho	Verde	Verde Cana	Passa
30	0,00 a	7,73 a	2,19 a	24,30 a
80	0,00 a	5,72 a	0,94 a	24,44 a
130	0,27 a	10,34 a	1,29 a	33,80 a
180	0,00 a	9,58 a	1,17 a	26,67 a
230	0,00 a	13,92 a	1,35 a	38,05 a

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem significativamente entre si pelo teste de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade.

Para o percentual de frutos secos e cereja, verificou-se ajuste do modelo polinomial quadrático em função dos níveis de adubação testados (Figuras 2 e 3).

O maior percentual de frutos secos (64,7%) foi detectado nas plantas que receberam 30% da adubação recomendada para lavouras de sequeiro, ocorrendo uma diminuição do percentual de frutos nesse estágio com o aumento da adubação nitrogenada e potássica. Possivelmente isso ocorreu pelo fato da adubação promover maior enfolhamento das plantas, dificultando a penetração dos raios solares e conseqüentemente retardando a maturação (PARECIDO et al., 2017) (Figura 2).

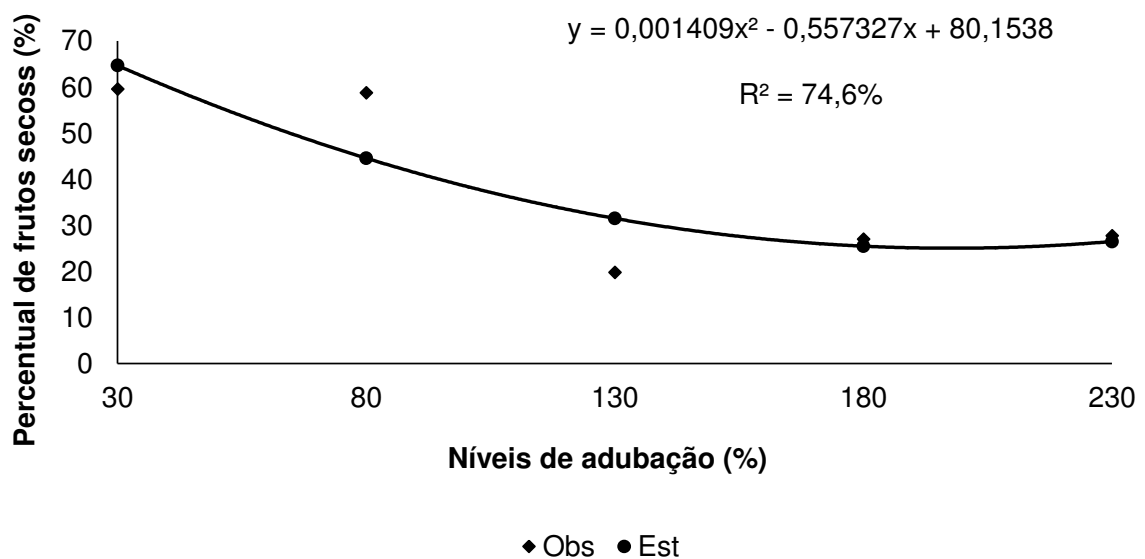


Figura 2. Percentual de frutos secos de plantas de cafeeiro (Topázio MG-1190) cultivadas sob níveis de adubação via fertirrigação.

A utilização de uma adubação 57% superior em relação à recomendação de nitrogênio e potássio para cafeeiros não irrigados proporcionou a porcentagem máxima de 31,7% de frutos cereja nas plantas, o que evidencia a importância de uma adubação equilibrada para promover um adequado enfolhamento da cultura associado a uma maturação mais uniforme, o que irá refletir na qualidade do produto final (Figura 3).

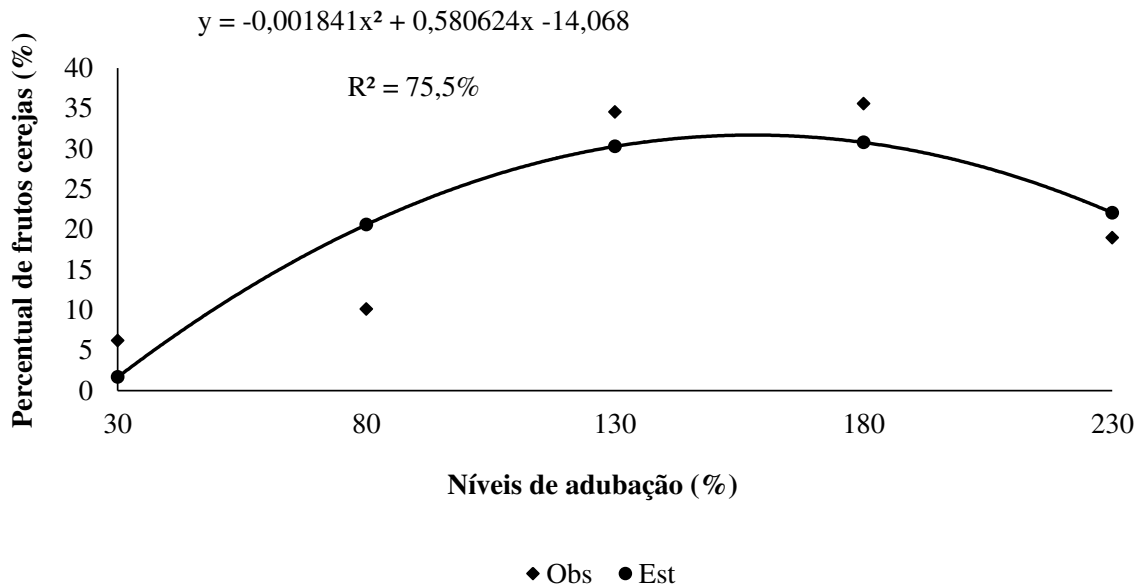


Figura 3. Percentual de frutos cerejas de plantas de cafeeiro (Topázio MG-1190) cultivadas sob níveis de adubação via fertirrigação.

De forma geral, o estágio de maturação cereja se caracteriza pela maior atividade da polifenoloxidase e baixa lixiviação de potássio, enquanto que o contrário acontece quando os frutos são colhidos no estágio verde ou seco (PIMENTA; CHAGAS; COSTA, 1997). A atividade desta enzima está totalmente relacionada à qualidade da bebida, sendo, portanto, fundamental iniciar a colheita no momento correto, considerando o nível de maturação de cada talhão da lavoura.

Para determinação da qualidade física do cafeeiro, utiliza-se a separação dos grãos de café por tamanho e formato (LAVIOLA et al., 2006). A obtenção de café retido em peneira alta é o desejável, pois essa característica está relacionada à maior uniformidade e rendimento do lote, influenciando no aspecto físico do cafeeiro, o que agrega valor ao produto final (FERREIRA et al., 2013), sendo que a desuniformidade de tamanho e formato do grão condiciona uma torra desigual, prejudicando a qualidade da bebida.

Nesse contexto, houve efeito significativo do fator níveis de adubação a 5% de probabilidade para as variáveis percentual de moca médio e miúdo. Porém, para as demais características avaliadas não houve influência da adubação testada (Tabela 6).



Tabela 6. Resumo de análise de variância para classificação de tamanho e formato de café beneficiado em função de níveis de adubação

FV	GL	QM							
		MG	MM	MMi	Total Moca	CG	CM	CMi	Total Chato
Nível	4	19,25 <sup>ns</sup>	8,65 <sup>**</sup>	3,82 <sup>*</sup>	27,30 <sup>ns</sup>	10,61 <sup>ns</sup>	15,28 <sup>ns</sup>	8,96 <sup>ns</sup>	27,53 <sup>ns</sup>
Bloco	3	15,19	4,17	0,79	14,74	62,50	31,15	2,87	14,70
Erro	12	21,75	1,60	0,88	18,17	53,32	77,73	3,89	17,23
Total	19								
CV (%)		30,23	13,98	24,14	15,02	29,54	20,63	51,15	5,82
Média		15,43	9,05	3,89	28,37	24,72	42,75	3,85	71,32

Ns, \* e \*\*: não significativo, significativo ao nível de 5% de probabilidade e significativo ao nível de 1% probabilidade, respectivamente, pelo Teste F.

Apesar da adubação testada não interferir na porcentagem total de grãos chato e moca, verificou-se que a lavoura produziu em média 71,3% de grãos com desenvolvimento dos dois lóculos e 24,7% de grãos moca. Em mercados mais exigentes há uma tolerância máxima de 10% de grãos classificados como moca (BRASIL, 1992). Geralmente os grãos moca se encontram em maiores quantidades nas pontas dos ramos plagiotrópicos (MATIELLO et al., 2015), onde a quantidade de assimilados que chegam até os frutos são menores em relação aos frutos posicionados mais próximos ao ramo ortotrópico.

Além da adubação, outras variáveis podem influenciar a formação de grãos mocas, tais como estresse hídrico, material genético e faces de exposição da planta ao sol.

Para o percentual de moca miúdo, não houve ajuste de modelos matemáticos para relacionar os níveis de adubação e a incidência de grãos nessa categoria. Dessa forma, as médias dos tratamentos foram comparadas pelo Teste de Scott-Knott. Verificou-se que o maior percentual de grãos moca miúdo (5,53%) foi detectado nas plantas que receberam 80% da recomendação padrão, ou seja, uma adubação 20% inferior em relação ao normalmente utilizado para lavouras de sequeiro. Os demais níveis de adubação testados não diferiram significativamente a 5% de probabilidade (Tabela 7).

Tabela 7. Percentual de grãos de café com relação ao tamanho e formato em função de níveis de adubação

Níveis de adubação	Médias						
	Moca Graúdo	Moca Miúdo	Moca Total	Chato Graúdo	Chato Médio	Chato Miúdo	Chato Total
30	17,81 a	3,97 b	32,34 a	23,49 a	41,17 a	2,74 a	67,40 a
80	12,29 a	5,53 a	28,28 a	22,56 a	42,22 a	6,39 a	71,18 a
130	16,25 a	3,44 b	28,81 a	26,10 a	40,80 a	4,01 a	70,92 a
180	14,16 a	3,50 b	25,20 a	26,24 a	45,30 a	2,99 a	74,54 a
230	16,63 a	3,01 b	27,22 a	25,20 a	44,23 a	3,14 a	72,58 a

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem significativamente entre si pelo teste de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade.

Para a característica percentual de grãos moca médio, verificou-se ajuste do modelo linear, com coeficiente de determinação de 90,27% (Figura 4).

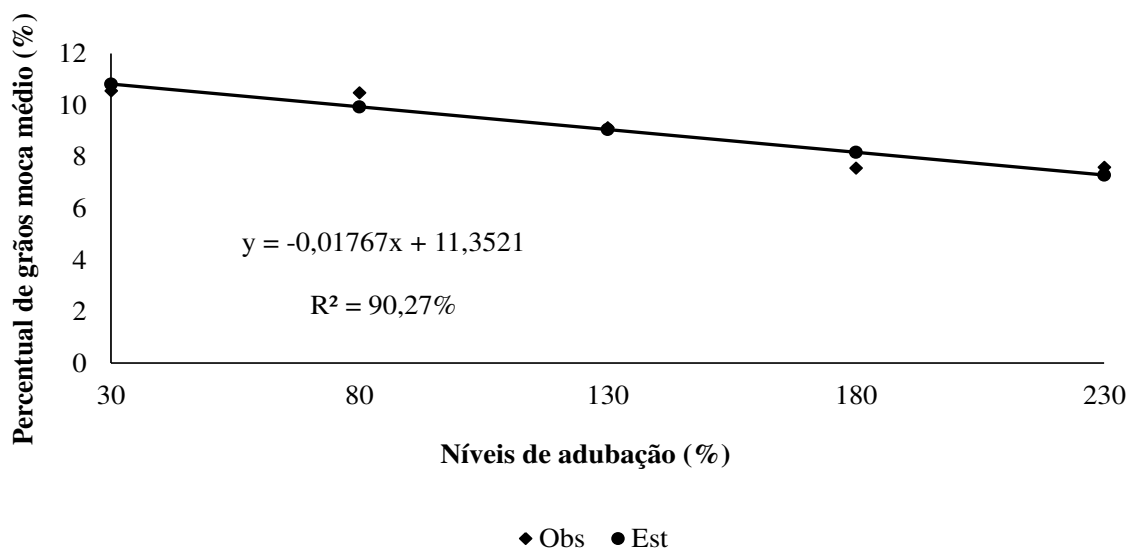


Figura 4. Percentual de grãos moca médio de plantas de cafeeiro (Topázio MG-1190) cultivadas sob níveis de adubação via fertirrigação.

Pode-se estimar, por meio da inclinação das retas ajustadas, que, para cada 30% de aumento no nível de adubação, há um decréscimo de 0,53% no percentual de grãos moca médio, o que evidencia a importância da adubação nitrogenada e potássica na fecundação e formação dos grãos do café. Os resultados obtidos corroboram os obtidos por Laviola et al. (2006), os quais verificaram em cafeeiros cultivar Catuaí Vermelho IAC-99, nas condições do Sul de Minas Gerais, maior quantidade de grãos mocas com a utilização do menor nível de adubação, correspondente a 40% da recomendação ideal para a cultura. A cultivar utilizada

neste experimento, Topázio MG-1190, é resultante do cruzamento entre Mundo Novo e Catuaí, o que também pode explicar o comportamento semelhante das cultivares quando submetidas a baixos níveis de adubação. É necessário enfatizar que a formação desse tipo de grão é também condicionada por outros fatores intrínsecos e extrínsecos à planta, sendo a nutrição mineral apenas um deles.

Para a classificação do café quanto ao tipo, verificou-se efeito significativo dos níveis de adubação para número de grãos conchas, ardidos, verdes, marinheiros, cocos e quebrados (Tabela 8) ao nível de 5% de probabilidade pelo Teste F.

Tabela 8. Resumo de análise de variância para classificação de café quanto ao tipo em função de níveis de adubação nitrogenada e potássica

FV	GL	QM									
		BRO.	CAS.	CON.	QUE.	VER.	ARD.	PRE.	CHO.	MAR.	COC.
Nível	4	0,77 <sup>ns</sup>	0,42 <sup>ns</sup>	14,67*	9,89*	71,34**	50,71**	2,25 <sup>ns</sup>	2,71 <sup>ns</sup>	14,30*	11,95**
Bloco	3	1,04	0,19	1,68	0,55	14,10	4,44	2,18	2,16	4,33	0,67
Erro	12	0,33	0,25	4,32	2,59	5,02	7,71	1,18	1,85	4,42	2,42
Total	19										
Cv(%)		34,87	61,83	40,64	48,98	61,03	94,91	87,02	65,95	75,06	59,79
Média		1,64	0,80	5,12	3,29	3,67	2,93	1,25	2,06	2,80	2,60

Ns, \* e \*\*: não significativo, significativo ao nível de 5% de probabilidade e significativo ao nível de 1% probabilidade, respectivamente, pelo Teste F.

Legenda: BRO. = brocado, CAS.= casca, CON.= concha, QUE = quebrado, VER.= verde, PRE.= preto, CHO.= chocho, MAR.= marinheiro e COC.= coco.

Para o café em coco (Tabela 9), as maiores quantidades foram obtidas nos tratamentos de 30% e 180%. Porém, por se tratar de um defeito extrínseco, a regulagem do descascador ou a umidade dos frutos no momento do beneficiamento podem ter contribuído para a não remoção do exocarpo dos mesmos.

Tabela 9. Quantidade de defeitos de café em função de diferentes níveis de adubação

Níveis de adubação (%)	Broca	Casca	Concha	Preto	Chocho	Marinheiro	Coco
30	2,10 a	0,50 a	3,33 a	1,50 a	1,45 a	1,75 a	3,25 a
80	1,40 a	1,25 a	3,58 a	2,00 a	1,65 a	1,63 a	1,25 b
130	1,85 a	0,75 a	4,92 a	1,25 a	1,30 a	3,38 a	2,25 b
180	1,00 a	1,00 a	8,08 a	1,50 a	3,00 a	5,88 a	5,25 a
230	2,10 a	0,50 a	5,66 a	0,00 a	2,90 a	1,38 a	1,00 b

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem significativamente entre si pelo teste de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade.

Para a característica equivalência de grãos quebrados, verificou-se ajuste do modelo linear, com coeficiente de determinação de 86,54% (Figura 5). Já para as características equivalência de grãos ardidos e verdes, verificou-se ajuste do modelo polinomial quadrático (Figuras 6 e 7).

Para os grãos quebrados, verificou-se, por meio da inclinação da reta ajustada, que o aumento da adubação nitrogenada e potássica em 30% proporcionou um acréscimo de 0,55% de defeito na categoria quebrado (Figura 5).

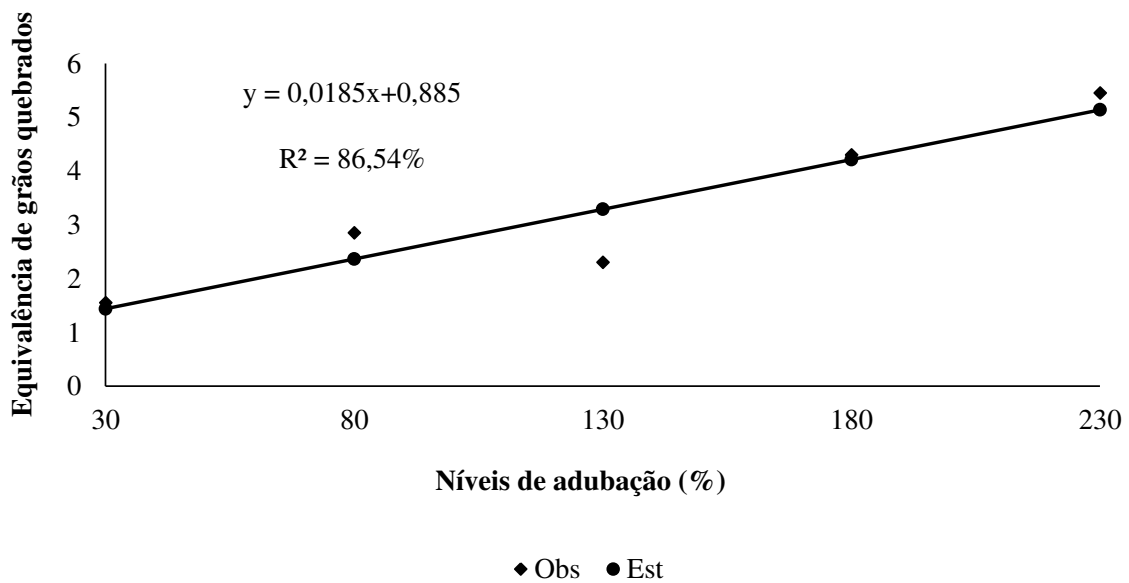


Figura 5. Equivalência de grãos quebrados de plantas de cafeeiro (Topázio MG-1190) cultivadas sob níveis de adubação via fertirrigação.

O aumento de grãos quebrados com a adubação pode estar relacionado ao fato do fruto colhido verde, ao passar pelo processo de secagem, perder peso em relação aos demais frutos devido à alta umidade, o que causa uma fragilidade do grão, o qual pode se quebrar ao passar por processos mecânicos como o beneficiamento.

A maior quantidade de defeitos de grãos ardidos (Figura 6) foi obtida nas plantas que receberam 230% da recomendação padrão de adubação, proposta por Guimarães et al. (1999). Em função da alta quantidade de nitrogênio aplicada nesses tratamentos, promovendo maior enfolhamento e conseqüentemente menor exposição dos frutos ao sol, é provável que esse microclima mais úmido e favorável para a ocorrência de fermentações tenha contribuído para a maior ocorrência de grãos ardidos em relação aos demais níveis de adubação.

A precipitação de 1.936,8 mm (Tabela 2) ocorrida no período de agosto de 2015 a julho de 2016 foi ideal para o desenvolvimento do cafeeiro, ultrapassando a média de 1.200

mm ano<sup>-1</sup>, considerada satisfatória para o adequado desempenho da cultura. No mês de junho, a precipitação de 34 mm pode ter contribuído para a elevação da umidade nos frutos principalmente nos cafeeiros mais enfolhados, acarretando no início do processo fermentativo e conseqüentemente aumentando a incidência de defeitos e diminuindo a qualidade do café.

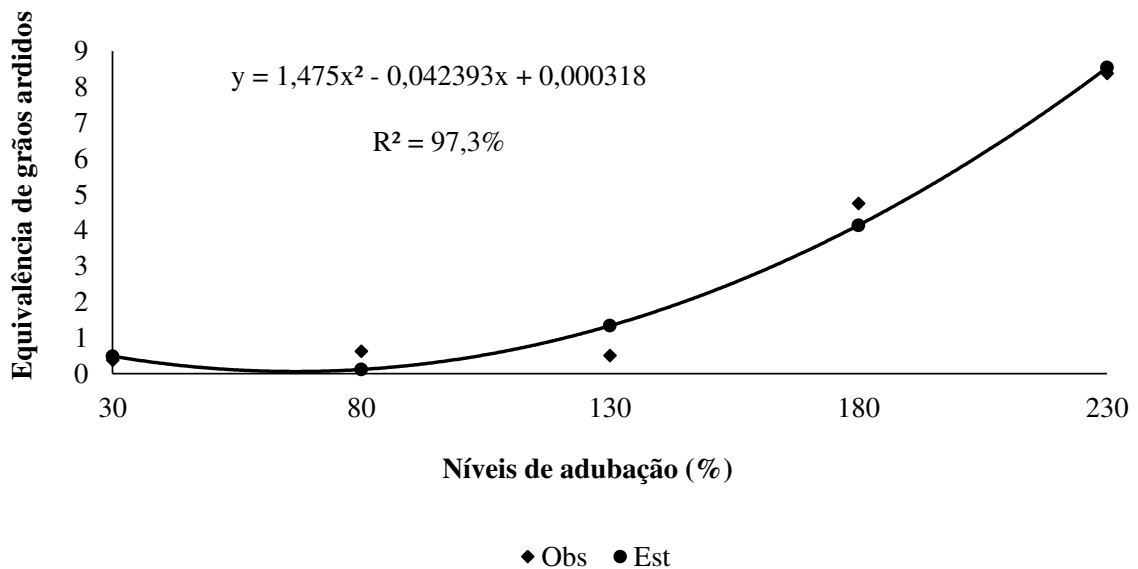


Figura 6. Equivalência de grãos ardidos de plantas de cafeeiro (Topázio MG-1190) cultivadas sob níveis de adubação via fertirrigação.

Para a ocorrência de grãos verdes, verificou-se comportamento semelhante aos grãos ardidos, ou seja, altas adubações promoveram desenvolvimento vegetativo exacerbado do cafeeiro, diminuindo a incidência de luz e conseqüentemente retardando a maturação (Figura 7).

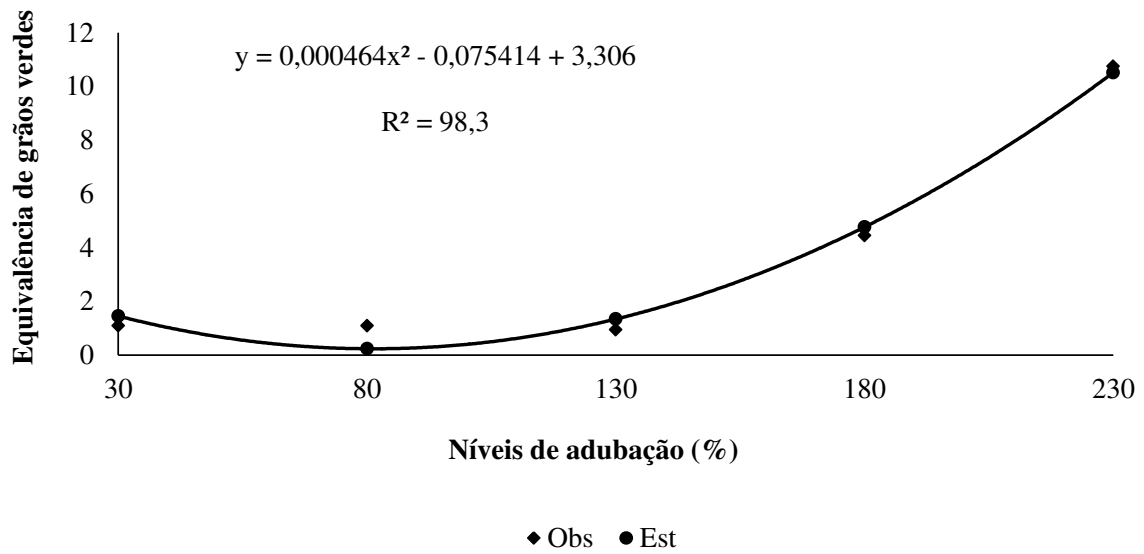


Figura 7. Equivalência de grãos verdes de plantas de cafeeiro (Topázio MG-1190) cultivadas sob níveis de adubação via fertirrigação.

No caso do cafeeiro, por ser uma cultura perene e que apresenta alternância de produção entre safras, torna-se necessário avaliar a qualidade física por pelo menos quatro anos, pois a ocorrência de pragas, doenças, estresses hídricos e precipitação durante a colheita podem interferir na formação dos frutos e na ocorrência de defeitos nos grãos.

#### 4 CONCLUSÕES

O aumento da adubação nitrogenada e potássica em cafeeiros fertirrigados retarda a maturação, proporcionando menor percentual de frutos secos e maior quantidade de grãos defeituosos verdes e ardidos.

Em relação ao tamanho e formato do grão, o aumento dos níveis de adubação diminuiu a quantidade de grãos moca médio, havendo um decréscimo de 0,53% para cada 30% de incremento na adubação.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ASSIS, G. A. et al. Faixas críticas de teores foliares de nitrogênio e potássio para o cafeeiro em produção fertirrigado. **Revista Ciência Agronômica**, v. 46, n. 1, p. 126-134, jan-mar, 2015.
- BANDEIRA, C. C. D. R. et al. Composição volátil dos defeitos intrínsecos do café por CG/EM-headspace. **Química Nova**, São Paulo, v. 32 n. 2, 2009.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa n. 8, de 11 de junho de 2003. **Regulamento técnico de identidade e de qualidade para a classificação do café beneficiado grão cru**. Brasília, p. 22-29, 2003.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Brasília, DF: LANARV/SNAD/MA, 365 p. 1992.
- CLEMENTE, J. M. et al. Effect of N and K doses in nutritive solution on growth, production and coffee bean size. **Revista Ceres**, v. 60, p. 279-285. 2013.
- COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO – CONAB. Acompanhamento da safra brasileira café. CONAB, v. 5 – Safra 2018, n.1 - **Primeiro Levantamento**, Brasília, p. 1-73, jan.2018. Disponível em < [https://www.conab.gov.br/info\\_agro/safra/cafe](https://www.conab.gov.br/info_agro/safra/cafe)>. Acesso em: 25/04/2018.
- FRANÇA, A. S. et al. Physical and chemical attributes of defective crude and roasted coffee beans. **Food Chemistry**, v. 90, p. 89-94. 2005.
- FERREIRA, A. D. et al. Desempenho agrônômico de seleções de café Bourbon Vermelho e Bourbon Amarelo de diferentes origens. **Pesquisa agropecuária brasileira**, Brasília, v. 48 n. 4, 2013.
- FERREIRA, D. F. SISVAR: A computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, v.35, n.6, p.1039-1042, 2011.
- GUIMARÃES, P. T. G. et al. Cafeeiro. In: RIBEIRO, A. C.; GUIMARÃES, P. T. G.; ALVAREZ V, V. H. (Ed.). **Recomendação para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5ª aproximação**. Viçosa: Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais, p. 289-302. 1999.
- LAVIOLA, B. G. et al. Influência da adubação na formação de grãos moça e no tamanho de grãos de café (*Coffea arabica* L.). **Coffee Science**, Lavras, v. 1. n. 1, p.36-42, 2006.
- MARTINEZ, H. E. P. et al. Nutrição mineral do cafeeiro e qualidade da bebida. **Revista Ceres**, Viçosa, v.61, suplemento, p.838-848, 2014.
- MATIELLO, J. B. et al. **Cultura de café no Brasil: Manual de recomendações**. São Paulo: Futurama Editora, p. 67, 2015.

NUNES, E. L. et al. Zoneamento agroclimático da cultura do café para a bacia do Rio Doce. **Revista Brasileira de Meteorologia**, Viçosa, MG, v. 22, n. 3, p.297-302, dez. 2007.

ORGANIZAÇÃO INTERNACIONAL DO CAFÉ. **Relatório sobre o mercado de café no brasil**. p. 3. 2018. Disponível em: < <http://www.ico.org/historical/1990%20onwards/PDF/1a-total-production.pdf>>. Acesso em: 26 mar. 2018.

PARECIDO, R. J. et al. Crescimento e enfolhamento do café arábica em função da aplicação de nitrogênio. 2017. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEIIRAS, 43., 2017, Poços de Caldas, MG, **Anais...**Rio de Janeiro: MAPA/PROCAFÉ, p. 337. 2017.

PIMENTA, C. J.; CHAGAS, S. J. de R.; COSTA, L. Polifenoloxidase, lixiviação de potássio e qualidade de bebida do café colhido em quatro estádios de maturação. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 32, n. 2, p. 171-177, fev. 1997.

QUINTELA, M. P. et al. Parâmetros produtivos e nutricionais do cafeeiro submetido adubação nitrogenada na região de Garanhuns. **Revista Caatinga**, v. 24, n. 4, p. 74-79, 2011.

REZENDE, J. E. de. **Defeitos do café**. Série tecnológica cafeicultura. Emater-MG, 6 p. 2013.

SOBREIRA, F. M. et al. Adubação nitrogenada e potássica de cafeeiro fertirrigado na fase de formação, em plantio adensado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília**, v. 46, n. 1, p. 9-16, Janeiro, 2011.

TEIXEIRA, A. A. Classificação do café. In: ENCONTRO SOBRE PRODUÇÃO DE CAFÉ COM QUALIDADE, 1999, Viçosa, MG. **Livro de palestras...** Viçosa, MG: UFV, Departamento de Fitopatologia. Editado por Laércio Zambolim, p. 81-95, 1999.