

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E
TECNOLOGIA DO SUL DE MINAS GERAIS – CAMPUS
MUZAMBINHO
CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM CAFEICULTURA

CYNTIA STEPHÂNIA DOS SANTOS

**EFEITO DE DOSES CRESCENTES DE P_2O_5 NA QUALIDADE
DA BEBIDA DO CAFÉ**

MUZAMBINHO

2010

CYNTIA STEPHÂNIA DOS SANTOS

**EFEITO DE DOSES CRESCENTES DE P₂O₅ NA QUALIDADE
DA BEBIDA DO CAFÉ**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso Superior de Tecnologia em Cafeicultura, IF Sul de Minas Gerais, campus Muzambinho, como requisito parcial para a obtenção do grau de Tecnólogo em Cafeicultura.

Orientador: Prof. Ms Luiz Augusto Gratieri

MUZAMBINHO

2010

COMISSÃO EXAMINADORA

Prof. Ms. Luiz Augusto Gratieri
(orientador)

Prof. Dr. José Mauro Costa Monteiro

Prof. Dra. Luciana M. V. L. Mendonça

Muzambinho, 18 de junho de 2010.

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela presença constante em minha vida.

Aos meus familiares, em especial aos meus pais Wilson e Maria, minha irmã Izabel, pelo apoio, paciência, amor e incentivo constante.

Ao meu orientador, Luiz Augusto Gratieri, pela prestatividade na construção deste trabalho, incentivo e por todos conhecimentos transmitidos.

Às minhas amigas Marília e Luana, pela amizade e essencial ajuda na realização deste trabalho.

Aos colegas André e Marcos, pela ajuda no desenvolvimento deste trabalho.

À professora Luciana M. V. L. Mendonça, pela atenção, amizade e sugestões.

Às “meninas” do Laboratório de Bromatologia (IFSMG – Campus Muzambinho), Alessandra, Luciana, Belami, pela valiosa colaboração nas análises, pelos momentos de descontração, pela paciência e amizade.

Ao Sr. Edson Marques e à Fabiana, do Pólo de Tecnologia em Qualidade de Café – UFLA, pela ajuda na moagem dos grãos.

Ao professor Leandro Paiva, pela degustação das amostras.

Aos professores José Mauro Costa Monteiro e Felipe Campos Figueiredo, pelo auxílio nas análises estatísticas e pela atenção e boa vontade de sempre colaborar conosco.

Ao professor Carlos Alberto M. Carvalho, pelas sugestões.

Aos amigos de classe, pelo companheirismo ao longo destes três anos de convivência.

Aos professores do Curso de Cafeicultura, pelo empenho durante o curso e por todo ensinamento transmitido que contribuíram para o meu crescimento profissional e humano.

A todos, que de alguma maneira contribuíram para a realização deste trabalho.

Muito obrigada!

De tudo ficaram três coisas...
A certeza de que estamos começando...
A certeza de que é preciso continuar...
A certeza de que podemos ser
interrompidos antes de terminar...

Fernando Sabino

SANTOS, Cyntia Stephânia dos. **Efeito de doses crescentes de P_2O_5 na qualidade da bebida do café**. 32f. 2010. Trabalho de Conclusão do Curso Superior de Tecnologia em Cafeicultura (Graduação) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas Gerais, Campus Muzambinho, Muzambinho, 2010.

RESUMO

O trabalho teve como objetivo avaliar o efeito de diferentes doses de P_2O_5 na qualidade da bebida do café. O experimento foi implantado no Sítio Cachoeira, localizado no Município de Monte Belo, Minas Gerais em agosto de 2007 numa área cultivada com a variedade Rubi MG-1192 com seis anos de idade, 2778 plantas ha^{-1} , dispostas no espaçamento 3,0 m x 1,20 m num Latossolo Vermelho distroférico. O delineamento experimental utilizado foi em blocos ao acaso, com sete tratamentos: 0, 25, 50, 100, 200, 400, 800 $kg\ ha^{-1}$ de P_2O_5 e quatro repetições. Foi feita análise sensorial, teor de cinzas, extrato etéreo, proteína bruta, condutividade elétrica, nitrogênio, fósforo, potássio, açúcares redutores, não redutores e totais. Os resultados foram significativos para os teores de fósforo, potássio, açúcares redutores, açúcares não redutores, açúcares totais, gosto remanescente, nota geral e nota final. Houve um aumento do teor de fósforo no grão em relação à testemunha. As doses influenciaram os teores de açúcares redutores, não redutores e totais, contudo os resultados ainda são preliminares e como se trata de um trabalho pouco pesquisado pelo meio acadêmico outros parâmetros deverão ser considerados como: pós-colheita, preparo das análises, reações químicas. O tratamento de 100 $kg\ ha^{-1}$ apresentou qualidade de bebida inferior em relação aos demais tratamentos.

Palavras-chave: adubação fosfatada, composição química, *Coffea arabica* L.

SANTOS, Cyntia Stephânia dos. **Effect of increasing doses of P₂O₅ in the quality of coffee beverage**. 32f . 2010. Course Work Completion of Technology in Coffee Culture (Graduation) - Federal Institute for Education, Science and Technology in southern Minas Gerais, Campus Muzambinho, Muzambinho, 2010.

ABSTRACT

The study aimed to evaluate the effect of different doses of P₂O₅ in the quality of coffee beverage. The experiment was established on Waterfall ranch, located in the city of Monte Belo, in the state of Minas Gerais, in august 2007 in a cultivated area with the variety Rubi MG-1192 with six years of age, with 2778 plants ha⁻¹, all arranged in a space range of 3.0 meters 1.20 meters in a Red Latossol distroferic. The experimental design was randomized in blocks consisting of seven treatments: 0, 25, 50, 100, 200, 400, 800 kg P₂O₅ ha⁻¹ and four replications. Sensory analysis was performed, ash, ethereal extract, crude protein, electrical conductivity, nitrogen, phosphorus, potassium, reducing sugars, no reducing sugars and total. The results were significant for all levels of phosphorus, potassium, reducing sugar, non reducing sugars, total sugars, aftertaste, overall score and final grade. There was an increase of phosphorus content in the grain compared to control. The doses influenced the content of reducing sugars, nonreducing and total, yet the results are still preliminary and as this is a well studied case by academics other parameters should be considered as post-harvest, preparation of analysis, chemical reactions. The treatment of 100 kg ha⁻¹ had a lower quality of the beverage in the other treatments.

Key words: phosphate fertilization, chemical composition, *Coffea arabica* L.

SUMÁRIO

<u>RESUMO.....</u>	<u>VI</u>
<u>ABSTRACT.....</u>	<u>VII</u>
<u>INTRODUÇÃO.....</u>	<u>9</u>
<u>REVISÃO DE LITERATURA.....</u>	<u>10</u>
<u>1. IMPORTÂNCIA DO CAFÉ NO BRASIL E NO MUNDO.....</u>	<u>10</u>
<u>2. CONSUMO INTERNO DE CAFÉ.....</u>	<u>11</u>
<u>3. NUTRIÇÃO DO CAFEIEIRO</u>	<u>11</u>
<u>3.1. FÓSFORO (P).....</u>	<u>12</u>
<u>4. CARACTERIZAÇÃO DO GRÃO DE CAFÉ.....</u>	<u>14</u>
<u>5. ESTÁDIO DE DESENVOLVIMENTO DO GRÃO DE CAFÉ.....</u>	<u>14</u>
<u>6. QUALIDADE DO CAFÉ.....</u>	<u>16</u>
<u>7. ADUBAÇÃO E QUALIDADE DE BEBIDA</u>	<u>18</u>
<u>8. INFLUÊNCIA DOS GRÃOS DEFEITUOSOS NAS CARACTERÍSTICAS DO CAFÉ.....</u>	<u>20</u>
<u>9. FRUTO IDEAL PARA UMA BOA BEBIDA.....</u>	<u>20</u>
<u>MATERIAL E MÉTODOS</u>	<u>22</u>
<u>RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</u>	<u>25</u>
<u>CONCLUSÃO.....</u>	<u>27</u>
<u>REFERÊNCIAS.....</u>	<u>28</u>

INTRODUÇÃO

O café é um dos poucos produtos valorizados com base em parâmetros qualitativos. Um deles é a bebida. A qualidade de bebida, contudo, é dependente de diversos fatores que se relacionam com todas as etapas da produção (ABRAHÃO, 2008). Para obtenção de cafés de alta produtividade e qualidade, os nutrientes devem estar disponíveis em quantidades adequadas e no momento certo no solo. Tanto a deficiência como o excesso destes podem provocar desequilíbrios nutricionais, acarretando prejuízos à produtividade e a qualidade do café (PEREIRA, 2004).

As adubações e o estado nutricional da planta podem influenciar a composição do grão cru e, conseqüentemente, a qualidade da bebida (MALTA et al., 2003). Os minerais correspondem a cerca de 4% da massa seca dos cafés crus das espécies arábica e robusta, sendo que o potássio, magnésio, fósforo e cálcio são aqueles presentes em maior proporção (BORÉM et al., 2008). Moraes & Catani (1964), avaliando as necessidades do fruto do cafeeiro quanto aos principais minerais, durante todo o ciclo de seu desenvolvimento, observaram nos dois meses que antecedem o estado final de maturação, que o fruto acumula 43% de peso seco, absorvendo 49% de nitrogênio, 36% de fósforo e 39% de potássio.

O fósforo (P) é o terceiro nutriente mais exigido pelo cafeeiro (SANTINATO et al., 1998) e compõe os chamados elementos ricos em energia, sendo o exemplo mais comum a adenosina trifosfato (ATP), que é utilizada em todas as reações do metabolismo que exijam energia. Essas reações ocorrem por processos de: síntese e desdobramento de proteínas, de óleos e gorduras, de carboidratos, trabalho mecânico, absorção, transporte e outros. Caso haja deficiência deste elemento é possível observar menor vegetação, produção e senescência precoce, além de piora na qualidade da bebida (MALAVOLTA, 2006).

Embora a adubação influa na qualidade da bebida, são escassos os trabalhos que a relacionam com a composição química do solo, os tratos culturais e a composição da folha e dos frutos (MARTINS, 2003). Bem como, pesquisas relacionadas à adubação fosfatada com a qualidade do café.

Portanto, o objetivo neste trabalho foi avaliar o efeito de diferentes doses de P_2O_5 na qualidade da bebida do café, por meio de análise sensorial e da avaliação das características químicas dos grãos beneficiados.

REVISÃO DE LITERATURA

1. Importância do café no Brasil e no mundo

O Café chegou ao Brasil em 1727 e em 1850 o Brasil já era o maior produtor mundial, participando com 40% da produção total (VIDAL, 2001). O parque cafeeiro nacional é representado por aproximadamente 6.088 milhões de plantas, ocupando uma área de quase 2,35 milhões de hectares. Há uma predominância do café arábica (*Coffea arabica*) representando em torno de 77,15% da área total plantada (CARVALHO, 2009). O Brasil tem sido o principal produtor mundial seguido pelo Vietnã, Colômbia, Indonésia, México, Índia, Guatemala, Etiópia e Costa do Marfim, entre outros (NOGUEIRA, 2005).

A produção do café arábica representa 72,49% (28,3 milhões de sacas de café beneficiado) da produção do País, e tem como maior produtor o Estado de Minas Gerais, com 66% (18,97 milhões de sacas de café beneficiado) (CONAB, 2009).

A cadeia do café movimenta mundialmente US\$ 70 bilhões por ano, representando a segunda commodity mais comercializada no mundo, atrás somente do petróleo, e apresentando grande importância não só a países produtores, mas também a países importadores e processadores como a Alemanha, os Estados Unidos, a Holanda e a Itália (MOREIRA, 2009). Engloba um conjunto de atores que envolve o produtor de insumos, o produtor rural, o maquinista, o corretor, a cooperativa, a indústria de torrefação e moagem, a indústria de café solúvel, os exportadores, atacadistas e varejistas (ROSA NETO, 2005).

Dentro do contexto do agronegócio brasileiro, o café assume posição de destaque, constituindo-se em uma das fontes de maior geração de emprego e renda familiar da economia agrícola, cumprindo importante função social. O café constituiu no produto mais representativo do Brasil no século 20, haja vista ter financiado mais de meio século de industrialização e desenvolvimento do país (ROSA NETO, 2005).

Em Minas Gerais há 67.509 propriedades cafeeiras, distribuídas em quatro grandes regiões: Sul e Oeste, Zona da Mata, Triângulo e Alto Paranaíba (Cerrado) e Jequitinhonha. Em termos de produção de café de qualidade exigida pelos países

importadores, as regiões mineiras que se destacam são: o sul de Minas e o cerrado (VIDAL, 2001).

2. Consumo interno de café

As políticas voltadas para o mercado interno sempre dependeram do comportamento da produção e da oferta externa brasileira do produto. O volume consumido internamente, até 1959, era relativamente baixo e, em decorrência da implantação pelo IBC (Instituto Brasileiro do Café), em 1958, da “Campanha de Aumento do Consumo Interno de Café”, houve significativo crescimento na quantidade consumida internamente no país. A década de 80 não foi favorável ao consumo de café, em razão da recessão econômica enfrentada pelo país, aliada à baixa qualidade do produto e à falta de uma política econômica para o mercado interno de café. A recessão pela qual passou o país nesse período, em face da adoção do Plano Cruzado II, da elevação da taxa de juros e do impacto inflacionário, reduziram o poder de compra da população, principalmente das classes mais baixas, o que inibiu o consumo de produtos de maior industrialização, tais como o café torrado e moído e o café solúvel (COSTA, 2003).

Com a adoção do Plano Real em 1994, houve controle da inflação mediante a estabilização econômica do país, valorização da moeda e crescimento do poder de compra da população, principalmente das classes mais baixas, o que possibilitou o consumo de outros bens e alimentos e ampliação da demanda de café. Em 1996, o mercado de café já se diversificara, e aos consumidores eram ofertados produtos de melhor qualidade (SANTOS et al., 2005).

Hoje o Brasil é o segundo maior consumidor de café. No período compreendido entre Novembro/2008 e Outubro/2009 a ABIC registrou o consumo de 18,39 milhões de sacas, o que representa um acréscimo de 4,15% em relação ao mesmo período anterior, que havia sido de 17,65 milhões de sacas. Isto significa que o país ampliou seu consumo interno de café em 740 mil sacas nos 12 meses considerados (ABIC, 2009).

3. Nutrição do cafeeiro

Além do C, O e H, outros elementos minerais são considerados essenciais para o desenvolvimento das plantas, sendo estes divididos por aspectos

quantitativos em dois grupos: os macronutrientes (N, P, K, Ca, Mg e S) e os micronutrientes: (B, Cl, Cu, Fe, Mn, Mo, Ni e Zn). Alguns elementos podem afetar o crescimento e o desenvolvimento das plantas, embora não se tenha determinado condições para caracterizá-los como essenciais (FAQUIN, 2005). É necessário que haja disponibilidade e absorção dos nutrientes em proporções adequadas, via solução do solo ou, como suplementação, via foliar. Cada um destes nutrientes tem uma função específica no metabolismo das plantas. Desequilíbrios em suas proporções podem causar deficiência ou excesso de nutrientes, causando limitações ao crescimento das plantas ou mesmo sua morte (DECHEN & NACHTIGALL, 2007).

A falta de adubação é uma das causas da baixa produtividade das lavouras de café do Brasil. Os macronutrientes secundários (Ca, Mg, S) têm sido negligenciados nos programas de adubação e os micronutrientes, principalmente o boro, o cobre e o zinco, muitas vezes limitantes à produção, não são aplicados ou são mal empregados, e ainda, a calagem ou não é feita, ou é feita com calcário de má qualidade (MARQUES, 1995).

Para que a produção máxima seja obtida, as exigências da planta toda devem ser atendidas e fornecidas pelo meio solo/adubo (FAQUIN, 2005). As exigências minerais do cafeeiro variam entre cultivares, de ano a ano, bem como durante o ano (LAVIOLA, 2004). Nos estádios de pré e pós-floração a absorção de nutrientes se intensifica, variando principalmente, em função das condições ambientais e do estágio de desenvolvimento da planta (VALARINI, 2005).

Dos treze elementos minerais exigidos para a sobrevivência das plantas superiores, doze têm importância econômica para a cafeicultura: N, P, K, Ca, Mg, S, B, Zn, Fe, Mn, Mo e Cl (MARTINS, 2003).

3.1. Fósforo (P)

O P é constituinte dos ácidos nucleicos, dos fosfolípidos, das proteínas, do éster fosfato, dos dinucleotídeos e da adenosina trifosfato (ATP), do fosfato inorgânico (Pi), do ácido desoxiribonucleico (DNA), do ácido ribonucleico (RNA) (MALAVOLTA, 2006; ZAMBOLIM, 2001). Também é requerido para o armazenamento e transferência de energia, fotossíntese, processo de transporte de elétrons, regulação de atividade enzimática na síntese de açúcares e no transporte de carboidratos (ZAMBOLIM, 2001). Além disso, estimula o florescimento e ajuda na

formação das sementes, apressando a maturação (MALAVOLTA, 1989). Promove a rápida formação e crescimento das raízes, melhora a qualidade dos frutos, sendo vital à formação da semente, bem como está envolvido na transferência de características hereditárias (DECHEN & NACHTIGALL, 2007).

Entre os macronutrientes, o P, é, talvez, o elemento sobre o qual mais se escreve, havendo, porém, muitas perguntas sem respostas. Os motivos para tantos escritos e indagações são vários: a importância para a vida da planta, do animal e do homem que come a planta transformada; a frequência com que limita produção; o fato de ser um insumo mineral finito e insubstituível (MALAVOLTA, 2006).

Em regiões tropicais e subtropicais, como acontece no Brasil, o P é o elemento cuja ocorrência no solo mais frequentemente limita a produção. Mais de 90% das análises de solo no Brasil mostram teores menores que 10 mg dm^{-3} de P disponível, considerado um nível baixo; em solos de cerrado os teores são de 1 mg dm^{-3} ou menores. Além da carência generalizada de P nos solos brasileiros, o que reduz a eficiência da adubação fosfatada, é forte a interação do elemento com o solo (fixação) (FAQUIN, 2005), formando, principalmente, óxidos de Fe e Al, que são compostos de pouca solubilidade (LAVIOLA et al., 2007). A fixação do P é condicionada pelo pH e pelo tipo e quantidade de minerais existentes na fração argila. Em solos ácidos, com predomínio de caulinita e óxidos de ferro e alumínio, são mais importantes as combinações de P-Fe e P-Al, enquanto em solos neutros ou calcários aparece mais P-Ca (FAQUIN, 2005).

As plantas absorvem apenas o fósforo da solução do solo, que está em equilíbrio com o chamado fósforo lábil. A mobilidade desse elemento é muito baixa, sendo necessária a existência no solo de quantidades de fósforo bem superiores às exigidas pelas culturas, isto porque apenas uma pequena parte das raízes fica em contato com o adubo (RAIJ et al., 1982).

O fosfato é bastante móvel na planta sendo redistribuído com facilidade pelo floema, na forma de fosforil colina (FAQUIN, 2005), de tecidos mais velhos, onde a carência expressa primeiro, para os mais jovens. À medida que as plantas se tornam mais velhas, a maior parte do P move-se para as sementes ou para os frutos. Quando a deficiência é severa, ocorre o aparecimento de áreas mortas nas folhas, no fruto e no caule. A deficiência de P retarda a maturação dos cultivos (DECHEN & NACHTIGALL, 2007).

O fosfato inorgânico (Pi) é absorvido e acumulado pelas células corticais da raiz é transferido radialmente até o xilema ao longo do simplasma e eventualmente alcança a parte aérea, folha ou região de crescimento, onde é redistribuído (MALAVOLTA, 2006). Dados recentes mostram que este composto está presente também no floema em substancial concentração (FAQUIN, 2005). Quando as plantas estão adequadamente nutridas em P, de 85% a 95% do P inorgânico total da planta está localizado nos vacúolos. Ocorrendo redução no suprimento de P para as plantas, o Pi sai do vacúolo e é redistribuído na proporção de até 60% do total presente, via floema, para os órgãos novos em crescimento (FAQUIN, 2005; MALAVOLTA, 2006).

O Pi no citoplasma tem uma função regulatória da atividade de várias enzimas, por exemplo, a fosfofrutoquinase, enzima chave no fluxo de substrato na via glicolítica. Assim, um aumento na troca do Pi do vacúolo pode intensificar a respiração que é correlacionada com o amadurecimento de frutos. O atraso na maturação de frutos de tomate em plantas deficientes em P pode estar relacionada a esta função do Pi (FAQUIN, 2005).

4. Caracterização do grão de café

O fruto do cafeeiro é carnosos, do tipo drupa, caracterizado por um endocarpo lignificado, mesocarpo polposo e exocarpo fino (BANDIL, 2008). Nas espécies do gênero *Coffea*, o pericarpo envolve um ovário bilocular onde estão localizadas, normalmente, duas sementes. O fruto pode, ocasionalmente, apresentar três ou mais sementes (BORÉM, 2008). A semente é plano-convexa, elíptica ou oval, sulcada longitudinalmente na face plana sendo constituída por embrião, endosperma e um envoltório, representado por uma película prateada ou espermoderma (CARVALHO, 2009).

5. Estádio de desenvolvimento do grão de café

O cafeeiro arábica (*Coffea arabica* L.) é uma planta que leva dois anos para completar o ciclo fenológico. No primeiro ano fenológico, formam-se os ramos vegetativos, como gemas axiliares nos nós, que depois são induzidas a se transformarem em gemas reprodutivas. Posteriormente, essas gemas florais amadurecem, entram em dormência e se tornam aptas para a antese, favorecida

principalmente pela ocorrência de chuva ou irrigação. O segundo ano fenológico inicia-se com a florada, seguida pela formação dos frutos e expansão dos grãos, até seu tamanho normal. Depois, ocorre a granação dos frutos e a fase de maturação (Figura 2) (BANDIL, 2008).

O café, por apresentar mais de uma florada, proporciona numa mesma planta frutos em diferentes fases de maturação (chumbinho, verde, verde-cana, cereja, passa e seco); por isso, é importante efetuar sua colheita no momento em que a maioria desses frutos se encontra no ponto ideal de maturação, que é o estágio cereja (PIMENTA, 2003). O primeiro estágio apresenta pequeno acúmulo da matéria seca, sendo denominado chumbinho (KHOURI, 2007). Este se caracteriza por intensiva divisão celular e ausência de crescimento expressivo no tamanho do fruto (BANDIL, 2008). O segundo estágio inicia-se com aumento no conteúdo de matéria seca nos frutos, conhecido como expansão rápida, no qual se observa um aumento do tamanho dos frutos promovido mais efetivamente por expansão celular. Neste estágio, ao aumento do acúmulo de matéria seca ocorre, principalmente, por deposição de substâncias de parede celular como celulose, hemiceluloses e pectinas. No terceiro estágio, ocorre paralisação no acúmulo de matéria seca no fruto, denominado de crescimento suspenso. No quarto e último estágio, denominado cereja, estão incluídas as fases de granação e maturação. Neste estágio, o acúmulo de matéria seca pelos frutos ocorre, principalmente, por deposição de matérias de reserva (KHOURI, 2007). É a fase em que o fruto se encontra no ponto ideal de maturação, no qual a casca, a polpa e a semente se encontram com composição química adequada para proporcionar ao fruto o seu máximo em qualidade (CHAGAS, 1994).

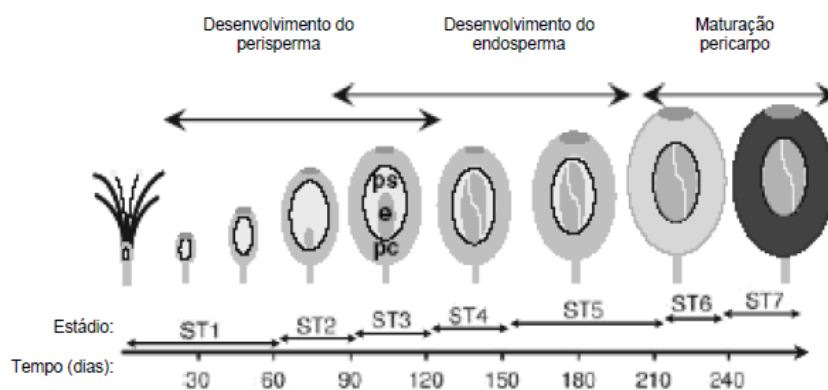


Figura 1 – Evolução dos tecidos durante o desenvolvimento e maturação do fruto de café. e: endosperma; ps: perisperma; pc: pericarpo. Fonte: Bandil, 2008.

6. Qualidade do café

A definição objetiva da qualidade de um produto é dificultada por existir uma relação de dependência do mesmo com o mercado de destino, assumindo o consumidor um papel preponderante neste contexto. De maneira abrangente, pode ser definida como o conjunto de características físicas, sensoriais e químicas que induzem a aceitação do produto pelo consumidor (PEREIRA, 1997).

As características físicas do café, representadas principalmente pelo número de defeitos que este possa apresentar, associadas às características organolépticas como gosto e aroma da bebida são os principais aspectos considerados na comercialização do café, sendo que entre os cafés finos (bebida mole) e os de pior qualidade (bebida rio), há uma desvalorização no preço do produto de cerca de 30% (SOUZA, 1996).

A qualidade do café está estritamente relacionada aos diversos constituintes físico-químicos responsáveis pelo sabor e aroma característicos das bebidas (PEREIRA et al., 2004). O sabor do café é devido à presença de constituintes voláteis, proteínas, aminoácidos, ácidos graxos, compostos fenólicos e também à ação de enzimas sobre alguns destes constituintes, que origina reações de compostos que interferirão no sabor e odor do mesmo (SOUZA, 1996).

Estudos têm demonstrado que diversos fatores que atuam na pré e pós-colheita, ocasionando modificações indesejáveis e detrimenais à qualidade do café, alteram a composição química do grão e têm sido responsáveis pelas diferenças entre graus de classificação da bebida (PIMENTA, 2003). A composição mineral do grão pode variar com o estado nutricional do cafeeiro e a quantidade de nutrientes, local de cultivo, variedade do café, adubações, entre outros fatores (MALTA et al., 2003). Deficiências em nutrientes e o uso inadequado de medidas de proteção contra as doenças do café levarão à produção de baixos padrões qualitativos do produto (SOUZA, 1996).

6.1. Classificação do café

Segundo Pimenta (2003), diversos parâmetros são utilizados para a classificação de cafés no Brasil, e até os dias atuais esses parâmetros continuam servindo como base para a exportação do produto. Como por exemplo, número de

defeitos (do tipo 2 ao 8), tamanho dos grãos (peneira 13 até 19), cor (verde-azulado até amarelo-pálido ou esbranquiçado), forma do grão (grão moça e chato) e características sensoriais da bebida (de estritamente mole a rio). A regulamentação para a classificação de cafés no Brasil é feita pela Instrução Normativa nº. 08, de 11 de junho de 2003, que é a legislação mais recente a especificar as normas das características mínimas de qualidade para a classificação e compra do café beneficiado pelo governo federal (BRASIL, 2003).

A classificação da bebida do café é realizada através do teste sensorial conhecido como “prova de xícara” onde provadores treinados distinguem diferentes padrões de bebidas (Tabela 1). Esta surgiu no Brasil, no início do século XX, e foi adotada pela Bolsa de Café e Mercadorias de Santos a partir de 1917. Esta avaliação é feita pelos degustadores em função, principalmente, dos sentidos de gosto, do olfato e do tato. (GONÇALVES, 2006). Sendo consideradas bebidas finas as classificadas como: estritamente mole, mole, apenas mole, duro; e bebidas fenicadas: riado, rio e rio zona (SILVA, 2005).

Tabela 1 – Classificação oficial de café pela bebida.

Classificação	Características
Estritamente mole	Bebida de sabor suavíssimo e adocicado
Mole	Bebida de sabor suave acentuado e adocicada
Apenas mole	Bebida de sabor suave, porém com leve adstringência
Dura	Bebida com sabor adstringente e gosto áspero
Riada	Bebida com leve sabor iodofórmio ou ácido fênico
Rio	Bebida com sabor forte e desagradável lembrando iodofórmio ou ácido fênico
Rio Zona	Bebida de sabor e odor intoleráveis ao paladar e ao olfato

Fonte: Pimenta (2003)

Todavia, a prova de xícara, é considerada um método muito subjetivo, não existindo um paladar comum entre provadores e consumidores da bebida. Por esta razão, procura-se hoje, valorizar algumas características químicas do grão de café,

as quais mantêm uma relação com aquela tradicional classificação de bebida (NOGUEIRA et al., 1998).

7. Adubação e qualidade de bebida

Os compostos químicos nos grãos de café são reflexos de uma série de atributos que, somados, conferem ao café sabor e aroma peculiares. Entre eles, podem-se destacar fatores genéticos e ambientais e as condições de manejo na produção e processamento pós-colheita. Em se tratando das condições de manejo, as adubações e o estado nutricional da planta podem influenciar a composição do grão cru e, conseqüentemente, a qualidade da bebida (MALTA et al., 2003).

Para o desenvolvimento normal das plantas e a obtenção de cafés de alta produtividade e qualidade, os nutrientes devem estar disponíveis em quantidades adequadas e no momento certo no solo. Tanto a deficiência como o excesso destes podem provocar desequilíbrios nutricionais, acarretando prejuízos à produtividade e qualidade do café (PEREIRA & MALTA, 2004).

Durante a formação do fruto do cafeeiro e nos diversos estádios de desenvolvimento, há variações na concentração e na quantidade dos elementos acumulados, assim como variação na produção de matéria seca (Tabela 2) (LAVIOLA, 2004).

Tabela 2 - Absorção de N, P e K no ano agrícola (os números são porcentagem do total) por plantas de café de 3-4 anos de idade.

	N	P	K
Pré Floração e Floração	34%	42%	25%
Formação do fruto	26%	32%	31%
Crescimento fruto	26%	32%	31%
Maturação e Colheita	20%	14%	25%
Repouso	20%	12%	19%

Fonte: Malavolta, 2006.

O maior acúmulo de NPK nos frutos do cafeeiro ocorre na fase de cereja, onde são drenados para os frutos 49, 36, 40% do total de NPK respectivamente, enquanto que na florada são drenados 8, 9 e 6% dos respectivos nutrientes

absorvidos. Nas fases chumbinho e verde aquoso/sólido são drenados 13, 17 e 22% e 30, 38 e 32% de NPK para os frutos do total absorvido (LAVIOLA, 2004).

O excesso de NPK, no cafeeiro, aumenta o número de grãos mocas e diminui o tamanho de grãos (MALAVOLTA, 2006). A adubação nitrogenada em excesso aumenta o teor de N no grão, retarda a maturação dos frutos do cafeeiro, e frutos verdes dão bebida de qualidade inferior, havendo correlação negativa entre esse elemento e a qualidade da bebida (MALTA et al., 2003).

O potássio(K) aparece em maior concentração nos frutos, em particular na polpa do café, mas sem participar de moléculas orgânicas (SILVA, 1999). É considerado o “elemento da qualidade” em nutrição de plantas, sendo essencial na síntese e na manutenção da estabilidade de proteínas, na permeabilidade das membranas e em processos osmóticos (MALAVOLTA et al., 1997).

Silva et al. (2002), avaliando diferentes doses de K_2O (0, 120, 240 e 480 kg ha^{-1}) na qualidade de bebida e produtividade, em dois locais de cultivo (São Sebastião do Paraíso/MG e Patrocínio/MG), observaram que a qualidade dos grãos melhorou com a dose de potássio em ambos locais, atingindo melhor qualidade com a aplicação da dose de 266 kg ha^{-1} de K_2O para uma produtividade de 46,4 sacas ha^{-1} .

O P influencia o teor de açúcar, gordura e proteína cuja biossíntese necessita de energia do trifosfato de adenosina, promove a rápida formação e crescimento das raízes, melhora a qualidade dos frutos, aumenta o pegamento da florada, regula a maturação, é vital à formação da semente e está envolvido na transferência de características hereditárias (DECHEN & NACHTIGALL, 2007; MALAVOLTA, 2006). Quando deficiente no cafeeiro há um número reduzido de frutos e sementes, atraso no florescimento, maturação precoce. Tanto o excesso quanto a deficiência afetam a qualidade (prova de xícara) (MALAVOLTA, 2006). Em situação de deficiência de P na adubação e excesso de N e de K ocorrem diminuições pequenas, porém significativas na qualidade da bebida (MALAVOLTA, 1981).

Em um estudo sobre diferentes fontes e doses de N (0, 80, 160 e 320 kg ha^{-1}) na composição química, na produção e na qualidade de bebida, Malta et al. (2003), não obtiveram resposta à produção, assim como na avaliação sensorial. As fontes nitrocálcio e nitrato de amônio proporcionaram bebida de qualidade inferior;

assim como maiores doses de sulfato de amônio afetaram negativamente a avaliação da composição química e da qualidade de grãos de café.

8. Influência dos grãos defeituosos nas características do café

Há vários tipos de defeitos em grãos de café, como os grãos chochos, mal granados, quebrados, brocados. Mas, os mais prejudiciais são os grãos pretos, verdes ardidos, que não devem existir nos lotes para a indústria em quantidade superior a 15%, sob pena de produzirem uma bebida muito ruim. Esses defeitos do café podem ser evitados ou até eliminados se atenção especial for tomada em relação às suas causas (PIMENTA, 2003). A ocorrência de defeitos tem sido atribuída a diversos fatores como deficiências nutricionais, ataque de microrganismos e elevada umidade relativa do ar aliada a procedimentos inadequados na colheita e pós-colheita (PEREIRA, 1997).

Os defeitos podem ser de natureza intrínseca e extrínseca. Os primeiros constituem-se de grãos alterados por condução inadequada de processos agrícolas e beneficiamento ou por modificações de origem fisiológica ou genética, abrangendo os grãos “pretos”, “ardidos”, “verdes”, chochos, mal granados, quebrados e brocados. Os defeitos de natureza extrínseca são representados por elementos estranhos ao café beneficiado como marinheiro, coco, cascas, paus e pedras (PEREIRA, 1997).

Na torração, os grãos verdes e ardidos ficam amarelados e os grãos pretos apresentam-se carbonizados; os quebrados, conchas e mal granados, devido ao volume reduzido em relação aos grãos perfeitos, tornam-se escuros. Os grãos defeituosos além dos danos que causam à qualidade do café, trazem prejuízos de ordem econômica, por pesarem menos do que os grãos sadios (OLIVEIRA, 2006).

9. Fruto ideal para uma boa bebida

Os frutos maduros constituem a matéria-prima ideal, determinando, por isso, a época adequada de colheita a ser iniciada com a maioria dos frutos maduros e uma pequena porcentagem de frutos verdes e antes que haja uma queda significativa de frutos passas e secos no chão (SOUZA, 1996).

A boa qualidade de café depende em grande parte do sistema de colheita. Os cafés mais afamados do mundo como os da Colômbia, Costa Rica, El Salvador são obtidos mediante colheita a dedo e dos frutos completamente maduros, os

quais, depois de despulpados e tratados convenientemente no terreiro ou em secadores mecânicos, fornecem os famosos “suaves” (SOUZA, 1996).

A explicação para as bebidas de café com melhor qualidade é o fato de serem obtidas quando se processa o café cereja, pois está fase correspondente ao ponto ideal de maturação dos frutos, no qual a casca, a polpa e semente se encontram com composição química adequada a proporcionar ao fruto seu máximo de qualidade (PIMENTA, 1995).

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi implantado no Sítio Cachoeira, localizado no Município de Monte Belo, em Minas Gerais em agosto de 2007. O Município encontra-se na Latitude 21°19' Sul e Longitude 46°22' Oeste, a uma altitude média de 922 m. O clima é tropical de altitude, definido com estação chuvosa no verão e seca no inverno. Apresenta temperatura média anual de 19,6°C e precipitação média anual de 1592,7 mm.

Para a realização do experimento utilizou-se uma área cultivada com a cultivar Rubi (MG-1192). A idade das plantas na implantação do experimento era de 6 anos, tendo a lavoura uma densidade de plantio de 2778 plantas ha⁻¹, dispostas no espaçamento de 3,0 m entre linhas e 1,20 entre plantas. O solo é um Latossolo Vermelho distroférrico, anteriormente cultivado com cana-de-açúcar. O teor de P no solo, na profundidade de 0-20 cm, era de 25 mg. dm⁻³.

O delineamento experimental utilizado foi de blocos ao acaso, com 7 tratamentos e 4 repetições perfazendo um total de 28 parcelas. Cada parcela foi constituída de 5 plantas. As avaliações foram feitas apenas nas três plantas internas da parcela, sendo estas consideradas como área útil experimental.

Como fonte de fósforo para os tratamentos foi utilizado o superfosfato simples granulado que contém 18% P₂O₅ sol. CNA+ H₂O, 18-20% CaO, 11-12% S (ALCARDE, 2007). As concentrações empregadas nos tratamentos foram: 0, 25, 50, 100, 200, 400, 800 kg ha⁻¹ de P₂O₅. Antes da primeira adubação, aplicou-se calcário na área total para elevar a saturação por bases para 60%, correspondendo à aplicação de 250 kg de calcário calcítico ha⁻¹, com 85% de PRNT.

A primeira adubação com superfosfato simples foi realizada em novembro de 2007, em outubro de 2008, segunda adubação e aplicação de gesso agrícola. Para os demais nutrientes utilizaram-se as recomendações para adubação modular (Malavolta et al 1993). Além de duas aplicações foliares de B e Zn.

Em julho de 2009, o café foi colhido manualmente por derriça total. Foram separadas amostras de dois quilos para secar em sacos de polipropileno (sacos de laranja). Depois de atingida a umidade de 12%, foi feito o beneficiamento. Para realização das análises químicas e sensoriais retirou-se os defeitos intrínsecos e extrínsecos das amostras.

Para as avaliações químicas, os grãos crus foram moídos durante três minutos, em moinho portátil da marca IKA, modelo A11 basic, com nitrogênio líquido. As amostras foram armazenadas em frascos de polietileno e mantidas em geladeira ($\pm 10^{\circ}\text{C}$).

Determinou-se a porcentagem das seguintes características químicas: cinzas, extrato etéreo, proteína bruta, condutividade elétrica, açúcares redutores, açúcares não redutores, açúcares totais, teor de NPK.

As análises foram realizadas no Laboratório de Bromatologia, do IF Sul de MG, Campus Muzambinho. Os resultados da porcentagem de extrato etéreo, proteína bruta, açúcares redutores, açúcares não redutores, açúcares totais, teor de NPK foram expressos na porcentagem na matéria seca, desconsiderando a umidade. Todas as análises foram realizadas em duplicata, obtendo-se como resultado final a média aritmética dos dados.

Avaliações físico-químicas

Umidade

O teor de umidade dos grãos foi determinado em estufa ventilada a $105^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$, durante 24 horas, segundo Brasil (1992).

Condutividade elétrica e pH

A extração foi realizada após 3,5 horas de embebição dos grãos, e a condutividade elétrica foi determinada segundo metodologia proposta por Prete (1992). Os resultados foram expressos em $\mu\text{S cm}^{-1}\text{g}^{-1}$. A partir do mesmo extrato, o pH foi medido utilizando-se peagâmetro marca Gehaka.

Resíduo mineral fixo, Teor de P e K

Esta fração, também denominada de cinzas, foi determinada pelo método gravimétrico com aquecimento a 550°C em mufla e, posteriormente, utilizando balança analítica, segundo a AOAC (1990). A partir das cinzas, foram obtidos os teores de P e K de acordo com as metodologias propostas no Compêndio Brasileiro de Alimentação Animal (BRASIL, 2005).

Açúcares totais, redutores e não redutores

Os açúcares foram extraídos pelo método de Lane-Enyon, citado pela AOAC (1990) e determinados pela técnica de Somogy, adaptada por Nelson (1994).

Proteína bruta e Teor de N

O teor de nitrogênio foi determinado pelo método Micro-Kjedahl compreendendo as etapas de digestão com H_2SO_4 , destilação com solução de NaOH 50% e, finalmente, a titulação com solução de HCl $0,02 \text{ mol L}^{-1}$, conforme procedimento da AOAC(1990). Utilizou-se o fator de conversão para proteína bruta equivalente a 6,25.

Extrato etéreo

O extrato etéreo foi obtido por extração com éter etílico, por 5 horas, em aparelho do tipo Soxhlet, da marca Tecnal, segundo normas da AOAC (1990).

Análise sensorial

Para a análise sensorial, os grãos foram torrados durante nove minutos a 195°C , utilizando-se torrador da marca PROBAT, modelo Probatino. A torra obtida foi a agron 45. Posteriormente as amostras foram moídas em moinho da marca Mahlkonig Guatemala Lab, obtendo a granulometria equivalente a 15 mesh.

A análise sensorial (prova de xícara) foi realizada por provador treinado, utilizando-se a metodologia do CoE (Cup off Excellence) aprimorada pela BSCA (BSCA, 2008). Segundo esta metodologia, cada atributo avaliado (bebida limpa, doçura, acidez, corpo, sabor, gosto remanescente, balanço ou equilíbrio e nota geral) recebe uma nota de 0-8, de acordo com a intensidade que apresentam nas amostras. O somatório das notas corresponde à classificação final da bebida. Cada amostra começa com uma pontuação inicial de 36 pontos, aos quais vão sendo incorporadas as notas de cada atributo e aquelas que tiveram pontuação superior a 80 são classificadas como café especial.

A análise dos dados foi feita pelo software Sisvar e as médias obtidas foram comparadas entre si pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados da análise estatística mostraram que houve diferença significativa para os teores de P, K, açúcares redutores, açúcares não redutores, açúcares totais (Tabela 3); gosto remanescente, a nota geral e a nota final (Tabela 4).

Tabela 3 – Constituintes químicos dos grãos de café beneficiados em função da adubação com doses crescentes de P_2O_5 .

Doses P_2O_5 (kg ha ⁻¹)	CZ	N	P	K	EE	PB	pH	AR	ANR	AT	CE
0	3,38	2,42	0,11 c	1,63 abc	11,71	15,15	5,63	0,32 b	4,49 a	4,81 a	636,40
25	3,21	2,46	0,27 ab	1,79 ab	11,51	15,40	5,64	0,13 a	2,17 bc	2,29 bcd	627,24
50	3,06	2,54	0,31 a	1,83 a	11,46	15,90	5,58	0,14 a	4,13 a	4,27 ab	625,40
100	3,69	2,47	0,24 b	1,60 bc	11,87	15,46	5,70	0,28 ab	3,71 ab	3,99 abc	621,94
200	3,32	2,42	0,23 b	1,50 c	12,17	15,13	5,64	0,19 ab	1,91 bc	2,10 cd	587,53
400	3,57	2,48	0,28 ab	1,65 abc	11,23	15,49	5,64	0,15 a	1,63 c	1,78 d	692,69
800	3,49	2,40	0,27 ab	1,64 abc	11,59	15,00	5,67	0,32 b	4,16 a	4,48 a	567,81
<i>Teste F</i>											
<i>Doses</i>	ns	ns	**	**	ns	ns	ns	**	**	**	ns
<i>Bloco</i>	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
<i>CV(%)</i>	22,5	3,1	10,9	5,6	6,0	3,1	1,0	43,4	27,0	26,1	25,7

CZ- Cinzas, PB – Proteína Bruta, EE – Extrato Etéreo, AT – Açúcares Totais, AR – Açúcares redutores, ANR – Açúcares não redutores, CE – Condutividade Elétrica; Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si; ** - significativo a 5% de probabilidade pelo teste Tukey.

Os açúcares participam de importantes reações químicas que ocorrem durante a torração, como a reação de Maillard e a caramelização (desejável na qualidade de bebida), que serão responsáveis pela formação da cor, sabor e aroma peculiares da bebida (SILVA, 1999). As variações nos teores de açúcares são geralmente atribuídas ao estágio de maturação dos frutos, local de cultivo e ocorrência de fermentações na polpa e mucilagem do café (PEREIRA, 1997). Os teores de açúcares encontrados nos grãos de café também estão diretamente relacionados com as condições climáticas de cada região onde são produzidos, conforme Chagas et al. (1996). Neste trabalho os autores relatam haver diferença nos teores de açúcares redutores para os cafés analisados em distintas regiões, sendo os valores encontrados iguais a 1,87% para os cafés da região do Triângulo Mineiro, 1,39% para os cafés do Sul de Minas Gerais e 0,95% para os cafés da Zona da Mata Mineira. Os autores associaram estas variações às condições climáticas das regiões, que possivelmente devem ter proporcionado uma maturação mais uniforme do café, fazendo com que ocorra uma maior produção e acúmulo de açúcar. Os teores de açúcares totais relatados no mesmo trabalho foram de 7,75%

nas amostras do Triângulo Mineiro, 7,03% nos cafés da região Sul de Minas Gerais e 5,32% nas amostras da Zona da Mata Mineira. No presente trabalho os teores de açúcares totais variaram de 1,78 a 4,81% nas doses de 0 e 400 kg P₂O₅ ha⁻¹ respectivamente. Para Malavolta (2006), o fósforo influencia o teor de açúcar, cuja biossíntese necessita de energia do trifosfato de adenosina, quando deficiente no cafeeiro há um número reduzido de frutos e sementes, atraso no florescimento.

Houve um aumento no teor de P no grão em relação à testemunha. O teor médio de NPK no grão é de 1,53%, 0,16% e 2,33%, respectivamente (VALARINI, 2005).

Tabela 4 – Atributos sensoriais de bebidas de cafés em função da adubação com doses crescentes de P₂O₅.

Doses P ₂ O ₅ (kg ha ⁻¹)	Bebida limpa	Doçura	Acidez	Corpo	Sabor	Gosto Rem.	Balanço	Nota Geral	Nota Final
0	5,5	5,75	6,00	6,00	5,75	5,25 ab	5,50	6,00 a	81,75 a
25	5,75	5,25	5,50	5,87	5,00	5,50 b	5,50	5,75 a	78,75 ab
50	6,00	5,87	5,50	5,75	5,75	5,12 ab	5,50	5,75 a	81,50 a
100	5,25	5,25	5,50	5,25	5,25	4,25 a	5,25	5,00 b	75,75 b
200	5,50	5,37	6,37	5,50	5,25	5,50 b	5,25	5,50 ab	80,50 ab
400	5,75	5,62	6,37	6,12	5,50	5,25 ab	5,75	6,00 a	82,75 a
800	6,12	5,87	5,87	5,25	5,87	5,25 ab	5,25	6,00 a	81,50 a
<i>Teste F</i>									
<i>Doses</i>	ns	ns	ns	ns	ns	**	ns	**	**
<i>Bloco</i>	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
<i>CV(%)</i>	8,5	11,5	18,8	8,6	10,2	9,9	9,8	6,1	3,5

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si; ** - significativo a 5% de probabilidade pelo teste Tukey.

Na análise sensorial do café os principais atributos são o aroma, doçura, amargor, corpo, gosto residual e acidez. O aroma pode ser suave a intenso, lembrando aromas frutados, achocolatados, florais, cítricos, etc. O sabor é a sensação causada pelos compostos químicos da bebida, quando introduzida na boca, sendo também classificado de suave a intenso. Quando se trata de doçura do café, falando de cafés finos, podem ser apreciados sem a adição de açúcar. O amargor pode ser leve ou mesmo equilibrado. A acidez é altamente desejável para o café. O gosto remanescente representa o sabor na boca após a degustação do café (PAIVA, 2005). No presente trabalho o tratamento de 100 kg ha⁻¹ apresentou notas inferiores para os atributos analisados, dessa forma qualidade de bebida inferior em relação aos demais tratamentos.

CONCLUSÃO

Houve influência nos teores de açúcares, contudo os resultados ainda são preliminares. Para que os resultados sejam mais conclusivos as análises de açúcares deverão ser repetidas.

O tratamento de 100 kg ha⁻¹ apresentou qualidade de bebida inferior em relação aos demais tratamentos.

A quantidade de P no solo na implantação do experimento pode ter suprido as necessidades da planta.

REFERÊNCIAS

- ABIC, Associação Brasileira da Indústria de Café. **O aumento do consumo em 2009**. Disponível em: < www.abic.com.br > Acesso em: 11 março 2010.
- ABRAHÃO, S. A.; CARVALHO, E. M.; PEREIRA, R. G. F. A. Qualidade de cafés comercializados no Sul de Minas Gerais. 34º CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 2008, Caxambu. **Anais...** Fundação PROCAFÉ. CD-ROM
- ALCARDE, C.J. Fertilizantes. NOVAIS et al. **Fertilidade do Solo**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007. Cap. XII, p. 740
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of the Association of Official Analytical Chemists**. 15. ed. Washington, 1990. 2v. 684p.
- BANDIL, G. B. **Análise proteômica comparativa do fruto de café (*Coffea arabica*) em dois estádios iniciais de desenvolvimento**. 2008. 84p. Tese (mestrado) – Universidade Estadual de Ponta Grossa, Ponta Grossa, 2008. Disponível em: < <http://www.bicen-tede.uepg.br> > Acesso em: 15 março 2010.
- BORÉM, F. M.; SILVA, T. J. G., SILVA, E. A. A. Anatomia e composição química do fruto e da semente do cafeeiro. In: BORÉM, F. M. **Pós-colheita do café**. 1. ed. Lavras: Ed. UFLA, 2008. Cap. 01, p19 -40.
- BRASIL. Ministério da Agricultura e Abastecimento. Sindicato Nacional da Indústria de Alimentação Animal. Associação Nacional dos Fabricantes de Rações. **Compêndio brasileiro de alimentação animal**. São Paulo: ANFAR/CBNA/SDR, 2005.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 8, de 11 de junho de 2003. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, p. 22-29, ago. 2003. Seção 1.
- BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. **Regras para análise de semente**. Brasília: CLAV/DNDV/SAND/MA, 1992.365p.
- BRAZIL SPECIALTY COFFEE ASSOCIATION. [Associação Brasileira de Cafés Especiais (BSCA)]. **Colômbia fará concurso de cafés especiais com metodologia brasileira**. Disponível em: <www.bsca.com.br>. Acesso em março 2009.
- CARVALHO, C. A. M. **Condicionamento fisiológico em matriz sólida durante o armazenamento de sementes de café (*Coffea arabica* L.) com diferentes graus de umidade**. 2009. 217p. Tese (doutorado) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2009.
- CHAGAS, S. J. de R., **Caracterização química e qualitativa de cafés de alguns municípios de três regiões produtoras de Minas Gerais**. 1994. 83p. Tese

(mestrado) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 1994. Disponível em: <www.sbicafe.ufv.br> Acesso em: 05 janeiro 2010.

CHAGAS, S. J. de R.; CARVALHO, V. D.; COSTA, L. ROMANIELLO, M.M. Caracterização química e qualitativa de cafés de alguns municípios de três regiões produtoras de Minas Gerais. II — Valores de acidez titulável e teores de açúcares (redutores, não redutores e totais). **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 20, n. 2, p. 224-231, abr./jun. 1996.

CONAB, Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da Safra Brasileira Café Safra 2009, segunda estimativa**. Brasília, 2009. Disponível em: <www.conab.gov.br> Acesso em: 11 março 2010.

COSTA, S. L. da. **Demanda interna de café no Brasil: novos condicionantes e perspectivas**. 2003. 81p. Tese (mestrado) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2003. Disponível em: <www.sbicafe.ufv.br> Acesso em: 10 março 2010.

DECHEN, A. R.; NACHTIGALL, G. R. Elementos requeridos à nutrição de plantas. In: NOVAIS, Roberto Ferreira et al. (Ed.) **Fertilidade do solo**. 1.ed. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007. Cap.03, p.91-132.

FAQUIN, V. **Nutrição Mineral de Plantas**. Lavras: UFLA – FAEPE, 2005. 183p.

GONÇALVES, A. M. O. **Influência dos defeitos dos grãos de café na percepção das características sensoriais da bebida pelo consumidor**. 2006. 68p. Tese (mestrado) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2006.

GUIMARÃES, R. B.; MENDES, A. N. G. **Nutrição Mineral do cafeeiro**. Lavras: UFLA – FAEPE, 1997. 70p.

KHOURI, C. R. **Atividade da redutase do nitrato, teores de nitrogênio e de carboidratos em cafeeiro influenciados pelo sombreamento e estágio fenológico**. 2007. 63p. Tese (mestrado) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2007. Disponível em: <www.sbicafe.ufv.br> Acesso em: 24 março 2010.

LAVIOLA, B. G. **Dinâmica de macronutrientes em folhas, flores e frutos de cafeeiro arábico em três níveis de adubação**. 2004. 111p. Tese (mestrado) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2004. Disponível em: <www.sbicafe.ufv.br> Acesso em: 11 janeiro 2010.

LAVIOLA, B. G. et al. Dinâmica de P e S em folhas, flores e frutos de cafeeiro arábico em três níveis de adubação. **Biosci J.**, Uberlândia, v.23, n.1, p. 29-40, 2007. Disponível em: <<http://www.seer.ufu.br>> Acesso em: 18 janeiro 2010.

MALAVOLTA, E. **ABC da Adubação**. São Paulo: Editora Agronômica Ceres, 1989. 292p.

MALAVOLTA, E.; PIMENTEL-GOMES, F.; ALCARDE, J.C. **Adubos & Adubações**. São Paulo: Nobel, 2002. 199p.

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

MALAVOLTA, E. **Manual de nutrição mineral de plantas**. São Paulo: Editora Agronômica Ceres, 2006. 638p.

MALAVOLTA, E. **Nutrição mineral e adubação do cafeeiro**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1993, p. 64 - 126.

MALAVOLTA, E. Nutrição Mineral e Adubação do cafeeiro – passado, presente e perspectivas. In: MALAVOLTA, E; YAMADA, T.; GUIDOLIN, J. A. **Nutrição e Adubação do cafeeiro**. Piracicaba: Instituto da Potassa & Fosfato: Instituto Internacional da Potassa, 1981. 224p.

MALAVOLTA, E. et al. Repartição de nutrientes nos ramos, folhas e flores do cafeeiro. **Pesq. agrop. bras.**, Brasília, v. 37, n. 7, p. 1017-1022, 2002. Disponível em: < <http://www.scielo.com>> Acesso em: 15 outubro 2009.

MALTA, M. R; NOGUEIRA, F. D; GUIMARÃES, P. T. G. Composição Química, Produção e Qualidade do Café fertilizado com diferentes fontes e doses de Nitrogênio. **Ciência Agrotec.**, Lavras, v.27, n.6, p.1246-1252, nov./dez., 2003. Disponível em: <<http://www.editora.ufla.br>> Acesso em: 17 setembro 2009.

MARQUES, E. S. **Calcário e gesso na nutrição mineral e produção do cafeeiro (Coffea arabica, L)**. 1995. 57p. Tese (mestrado) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 1995. Disponível em: <www.sbicafe.ufv.br> Acesso em: 23 abril 2010.

MARTINS, D. R. **Estado nutricional e qualidade de bebida em cafeeiros tratados com lodo de esgoto**. 2003. 98p. Tese (mestrado) – Instituto Agronômico, Campinas, 2003. Disponível em: <www.iac.gov.br> Acesso em: 06 outubro 2009.

MORAES, F. R. P. de, CATANI, R. A. A absorção de elementos minerais pelo fruto do cafeeiro durante sua formação. **Bragantia**. Campinas, vol.23, n.26, 1964. Disponível em: <www.iac.gov.br> Acesso em: 15 outubro 2009.

MOREIRA, C. F. **Sustentabilidade de sistemas de produção de café sombreado orgânico e convencional**. 2009. 145p. Tese (doutorado) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2009. Disponível em: <www.teses.usp.br> Acesso em: 05 janeiro 2010.

NELSON, N. A photometric adaptation of Somogy method for the determination of glucose. **Journal of Biological Chemists**, Baltimore, v.153, n.1, p.375-84, apr. 1944.

NOGUEIRA, F. D. et al. **Avaliação da adubação potássica por análises física e química dos grãos de café beneficiados**. Circular técnica. Lavras: EPAMIG, n.88,1998. Disponível em: < www.sbicafe.ufv.br > Acesso em: 13 outubro 2010.

NOGUEIRA, F. T. P. **Integração dos mercados internos e externos de café**. 2005. 120p. Tese (doutorado) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2005. Disponível em: <www.sbicafe.ufv.br> Acesso em: 10 março 2010.

OLIVEIRA, G. S. de. **Comparação química dos grãos de café (*Coffea arabica*), sadio e seus grãos PVA (pretos, verdes, ardidos) oriundos do Sul de Minas e do Cerrado Mineiro, submetidos a diferentes graus de torrefação**. 2006. 113p. Tese (mestrado) – Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2006. Disponível em: <www.sbicafe.ufv.br> Acesso em: 10 março 2010.

PAIVA, E. F. F. **Análise sensorial dos cafés especiais do Estado de Minas Gerais**. 2005. 55p. Tese (mestrado) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2005.

PEREIRA, R. G. F. A. **Efeito da inclusão de grãos defeituosos na composição química e qualidade do café (*Coffea arabica* L.) “estritamente mole”**. 1997. 96p. Tese (doutorado) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 1997. Disponível em: <www.sbicafe.ufv.br> Acesso em: 10 março 2010.

PEREIRA, R. G. F. A.; MALTA, M. R.; FREITAS, M. L. G. Qualidade: Conceitos, atributos, classificação oficial Brasileira, Métodos químicos e métodos instrumentais. In: PEREIRA, R. G. F. A. **Qualidade do café/ Cafés especiais**. Lavras: UFLA/FAEPE, 2004. Cap. 01, p. 5-18.

PEREIRA, R. G. F. A.; MALTA, M. R.; Fatores que podem promover alterações nos grãos de café. In: PEREIRA, R. G. F. A. **Qualidade do café/ Cafés especiais**. Lavras: UFLA/FAEPE, 2004. Cap. 03, p. 25-39.

PIMENTA, C. J. **Qualidade de Café**. Lavras: Editora UFLA, 2003. 304p.

PRETE, C. E. C. **Condutividade elétrica do exsudato de grãos de café (*Coffea arabica* L.) e sua relação com a qualidade da bebida**. 1992. 125p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, SP.

RAIJ, B. V.; ROSAND, P. C.; LOBATO, E. Adubação fosfatada no Brasil – Apreciação geral, conclusões e recomendações. In: OLIVEIRA, A. J.; LOURENÇO, S.; GOEDERT, W. J. **Adubação Fosfatada no Brasil**. Brasília: EMBRAPA-DID, 1982. Cap. 01, p. 9 -28.

ROSA NETO, C. A agricultura de base familiar e sua importância para o processo de consolidação do agronegócio do café em Rondônia: um estudo de caso. In: Simpósio de Pesquisa dos Cafés do Brasil. 2005, Brasília. **Anais...** Embrapa – Café. Disponível em:<www.sbicafe.ufv.br> Acesso em: 10 março 2010.

SANTINATO, R.; FERNANDES, A. L. T.; PEREIRA, E.M. Fontes e doses crescentes de P₂O₅ (fósforo) na formação do cafeeiro em solo de cerrado. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 24.; 1998. Poços de Caldas. **Resumos...** Rio de Janeiro: IBG/GERCA, 1998.p. 93-94.

SANTOS, V. E. et al. Estimativa da elasticidade-renda do consumo de café na região sudeste do Brasil. **Revista de economia e agronegócio**, Rio de Janeiro, v.3, nº 4, p. 537-558, 2005. Disponível em: <www.economia-aplicada.ufv.br/revista> Acesso em: 11 março 2010.

SILVA, C. G. da. **Qualidade de bebida do café (*Coffea arabica* L.) avaliada por análise sensorial e espectrofotometria**. 1997. 54p. Tese (mestrado) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1997. Disponível em:< www.sbicafe.ufv.br > Acesso em: 05 janeiro 2010.

SILVA, E. de B.; NOGUEIRA, F. D.; GUIMARÃES, P. T. G. Qualidade dos grãos de café em função de doses de potássio. **Acta Scientiarum**, Maringá, v.24, n.5, p. 1291-1297, 2002. Disponível em: <<http://www.periodicos.uem.br>> Acesso em: 01 outubro 2009.

SILVA, E. de B. **Fontes e doses de potássio na produção e qualidade do café provenientes de plantas cultivadas em duas condições edafoclimáticas**.1999. 105p. Tese (doutorado) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 1999. Disponível em: <www.sbicafe.ufv.br> Acesso em: 09 outubro 2009.

SILVA, V. A. da. **Qualidade do café natural produzido em diferentes altitudes do sul de Minas Gerais**. 2005.119p. Tese (doutorado) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2005. Disponível em: <www.cipedya.com> Acesso em: 12 abril 2010.

SOUZA, S. M. C. de. **O Café (*Coffea arabica* L.) na Região Sul de Minas Gerais – Relação da Qualidade com fatores ambientais, estruturas e tecnológicos**. 1996. 184p. Tese (doutorado) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 1996. Disponível em: <www.sbicafe.ufv.br> Acesso em: 05 janeiro 2010.

VALARINI, V. **Demanda de macronutrientes pelas folhas e frutos em cultivares de café arábica de porte baixo**. 2005. 87p. Tese (mestrado) – Instituto Agrônomo, Campinas, 2005. Disponível em:<www.iac.sp.gov.br> Acesso em: 15 outubro 2009.

VIDAL, H. M. **Composição lipídica e a qualidade de bebida do café (*Coffea arabica* L.) durante o armazenamento**. 2001. 92p. Tese (mestrado) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2001. Disponível em: <www.sbicafe.ufv.br> Acesso em: 05 janeiro 2010.

ZAMBOLIM, L. **Tecnologias de produção de café com qualidade**. Viçosa: UFV, Departamento de Fitopatologia, 2001. 648p.