

ENRIQUE ANASTÁCIO ALVES

ANÁLISE DA VARIABILIDADE ESPACIAL DA QUALIDADE DO
CAFÉ CEREJA PRODUZIDO EM REGIÃO DE MONTANHA

Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

VIÇOSA
MINAS GERAIS – BRASIL
2005

**Ficha catalográfica preparada pela Seção de Catalogação e
Classificação da Biblioteca Central da UFV**

T

A474a
café 2005

Alves, Enrique Anastácio, 1978-
Análise da variabilidade espacial da qualidade do
cereja produzido em região de montanha Enrique
Anastácio Alves. – Viçosa : UFV, 2005.
xi, 64f. : il. ; 29cm.

Orientador: Francisco de Assis de Carvalho Pinto.
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de
Viçosa.

Inclui bibliografia.

1. Agricultura de precisão. 2. Café - Maturação.
3. Café - Qualidade. I. Universidade Federal de Viçosa.
II. Título.

CDD 22.ed. 631.3

ENRIQUE ANASTÁCIO ALVES

ANÁLISE DA VARIABILIDADE ESPACIAL DA QUALIDADE DO
CAFÉ CEREJA PRODUZIDO EM REGIÃO DE MONTANHA

Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

Aprovada em: 15 de Fevereiro de 2005.

Prof. José Paulo Molin

Prof. Mauri Martins Teixeira

Prof. Ricardo Capúcio de Resende

Prof. Daniel Marçal de Queiroz
(Conselheiro)

Prof. Francisco de Assis de Carvalho Pinto
(Orientador)

A meus pais e irmãos, pelo apoio em todos os momentos
Aos meus avós, pela amizade e torcida incondicionais
Aos meus amigos verdadeiros

Ofereço

AGRADECIMENTO

A Deus, por tudo.

À Universidade Federal de Viçosa e ao Departamento de Engenharia Agrícola, pela oportunidade de realização do curso e pelos ensinamentos.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela concessão da bolsa de estudos.

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG), pelo suporte financeiro.

Aos proprietários da Fazenda Braúna, pela disponibilização da propriedade e sua estrutura para execução do trabalho de pesquisa.

Ao professor Francisco de Assis de Carvalho Pinto, pela orientação, pela dedicação e apoio à realização deste trabalho e, sobretudo, pela amizade.

Ao professor Daniel Marçal de Queiroz, pela coorientação e valiosos conselhos durante o trabalho.

Aos professores Ricardo Capúcio de Resende, Nerilson Terra Santos, Joseph Khoury Kalil Júnior e Darly Geraldo Sena Júnior, pelas valiosas críticas e sugestões durante o trabalho realizado.

Aos colegas do Laboratório de Mecanização Agrícola Leidy, Cristiano, Natanael, Buda, Eduardo, Adenilson, Alisson, Jean, José Marcelo, Mário, Diogo, Sebastião Eudes, Denilson, Elder, Murilo, Leonardo, Alcir, Renato, Carlos Viliotti e Jorge pelo apoio e amizade.

Às jodelitas Kátia, Fabiane e Andreia (e Giovani), aos meus amigos que me ajudaram durante o experimento Gilton, Rodrigo e Darly (e Tati).

Às minhas amigas desde os tempos de graduação, Klécia, Vanderleia e Christiane, pelo apoio e disponibilidade em todos os momentos.

À Geíza e Selma, pela amizade sincera, companheirismo e ajuda incondicional nos momentos mais difíceis.

Aos funcionários do DEA, Álvaro, Edna, Dona Maria, Galinari, Zé Mauro, Marcos e Evaristo.

À Professora Ângela pela amizade, orientação, conselhos e críticas importantes.

Em especial, aos meus pais Almiro Alves Filho e Maria Aparecida Silva Alves, aos meus irmãos Eveline (e Eduardo), Michelle, Júnior e Tia Preta, pelo estímulo, pela compreensão e apoio nos momentos difíceis. Aos meus avós, que sempre torceram por mim e acreditaram no meu sucesso. Aos meus tios e primos.

A toda minha segunda família, na pessoa da minha mãe adotiva Maria José pelo convívio, conselhos, paciência e amizade.

Meus sinceros agradecimentos a todos que, direta ou indiretamente, colaboraram para a realização deste trabalho.

BIOGRAFIA

ENRIQUE ANASTÁCIO ALVES, filho de Maria Aparecida Silva Alves e Almiro Alves Filho, nasceu no dia de 21 de Janeiro de 1978 em Viçosa, MG.

Em março de 2003, concluiu o curso de Agronomia na Universidade Federal de Viçosa.

Em março de 2003, iniciou o curso de Mestrado em Engenharia Agrícola, área de concentração em Mecanização Agrícola, na Universidade Federal de Viçosa, submetendo-se à defesa de tese em fevereiro de 2005.

ÍNDICE

RESUMO	viii
ABSTRACT.....	x
INTRODUÇÃO.....	1
BIBLIOGRAFIA.....	4
ANÁLISE DO EFEITO DA FACE DE EXPOSIÇÃO DAS PLANTAS DE CAFÉ AO SOL SOBRE A PRODUÇÃO MATUREZAÇÃO E QUALIDADE DE BEBIDA...	6
RESUMO	6
ANALYZING THE EFFECT FROM THE EXPOSURE OF THE COFFEE PLANT FACES TO THE SUN ON THE YIELD, MATURATION AND BEVERAGE QUALITY	7
SUMMARY	7
1. INTRODUÇÃO.....	8
2. MATERIAL E MÉTODOS	9
2.1. COLETA DE DADOS.....	11
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	13
4. CONCLUSÕES.....	19
5. AGRADECIMENTOS.....	19
6. BIBLIOGRAFIA.....	20
EFEITO DA ORIENTAÇÃO DA FACE DE EXPOSIÇÃO AO SOL DE PARCELAS DE PLANTAS DE CAFÉ NA QUALIDADE DE BEBIDA DOS FRUTOS CEREJA PRODUZIDOS EM REGIÃO DE MONTANHA	22
RESUMO	22
EFFECT FROM THE ORIENTATION OF THE SUN-EXPOSED FACE IN THE COFFEE PLANT PLOTS ON THE QUALITY OF THE CHERRY BEVERAGE PRODUCED IN MOUNTAINOUS REGION.....	23
SUMMARY	23
1. INTRODUÇÃO.....	24
2. MATERIAL E MÉTODOS	26
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	31
4. CONCLUSÕES.....	37
5. AGRADECIMENTOS.....	38

6. BIBLIOGRAFIA.....	39
ANÁLISE DA VARIABILIDADE ESPACIAL DA QUALIDADE DO CAFÉ CEREJA CULTIVADO EM REGIÃO DE MONTANHA	42
RESUMO	42
SPATIAL VARIABILITY ANALYZE IN THE QUALITY OF THE COFFEE CHERRY CROPED IN MOUNTAINOUS REGION.....	43
SUMMARY	43
1. INTRODUÇÃO.....	44
2. MATERIAL E MÉTODOS	47
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	51
4. CONCLUSÕES.....	59
5. AGRADECIMENTOS.....	59
6. BIBLIOGRAFIA.....	60
CONCLUSÃO GERAL.....	63

RESUMO

ALVES, Enrique Anastácio, M.S. Universidade Federal de Viçosa, fevereiro de 2005. **Análise da variabilidade espacial da qualidade do café cereja produzido em região de montanha.** Orientador: Francisco de Assis de Carvalho Pinto. Conselheiros: Daniel Marçal de Queiroz e Nerilson Terra Santos.

A qualidade do café é resultado da interação entre a cultura, meio ambiente e tratos culturais, criando um elevado número de fatores que, aliados a variabilidade espacial da produção e qualidade, dificultam sua otimização. A agricultura de precisão, com o manejo localizado desses fatores segundo sua variabilidade, pode trazer grandes benefícios à cafeicultura, tornando-a mais sustentável e lucrativa. O presente trabalho teve como objetivos: identificar a variabilidade espacial da qualidade do café de montanha colhido no estágio cereja, gerando um mapa temático dos níveis de qualidade obtidos; correlacionar as notas e critérios de qualidade de bebida com o teor de açúcares dos frutos e grãos, nitrogênio e potássio dos grãos e estado nutricional das plantas; e identificar a influência da orientação da face de exposição ao sol dos talhões sobre a qualidade de bebida do café. O trabalho foi desenvolvido durante a safra 2003/4, no Departamento de Engenharia Agrícola da Universidade Federal de Viçosa e na Fazenda Braúna, situada no município de Araponga, MG, e constou de três etapas. Na primeira, analisou-se o efeito da face de exposição das plantas de café ao sol sobre a produção, maturação e qualidade de bebida. Selecionou-se um talhão homogêneo utilizando o delineamento inteiramente casualizado, foram amostrados aleatoriamente 36 grupos, formados por quatro plantas, sendo que de cada um deles foram coletadas duas amostras de frutos, uma para cada face de exposição em relação às linhas de plantio. As amostras foram pesadas e classificadas quanto ao estágio de maturação, sendo os frutos cereja submetidos às análises de qualidade. Utilizou-se o teste t para dados pareados

a fim de verificar a ocorrência de diferença estatística entre os tratamentos. Na segunda etapa, estudou-se o efeito da orientação da face de exposição ao sol de parcelas de plantas de café na qualidade de bebida dos frutos cereja. Demarcaram-se quatorze parcelas homogêneas, que foram classificadas segundo a orientação de suas faces de exposição ao sol. Em cada parcela foi coletada uma amostra composta de frutos cereja, das quais foram analisados os critérios de qualidade de bebida, brix, N, K e açúcares dos grãos. Os valores obtidos foram submetidos à análise de variância, segundo o delineamento inteiramente casualizado e ao teste de Tukey. Foi, também, realizada a análise de correlação entre os parâmetros estudados. Na terceira etapa, investigou-se a variabilidade espacial da qualidade do café cereja, cultivado em região de montanha, identificando-se os talhões quanto às características culturais e faces de exposição ao sol. A partir da amostra de cada talhão, foram realizadas as análises da qualidade de bebida e grau brix dos frutos. Utilizando-se estatística, descritiva analisou-se o efeito da densidade de plantio, face de exposição dos subtalhões e idade das plantas sobre as notas de qualidade. Gerou-se um mapa temático dos níveis de qualidade nos subtalhões, bem como procedeu-se à correlação entre as notas de qualidade de bebida, seus critérios, grau brix e o índice de balanço nutricional médio (IBNm). Concluiu-se que: a face de exposição das plantas, submetida a uma maior exposição ao sol, apresentou produção e qualidade de bebida superior à face sombreada; sendo que o mesmo efeito não foi verificado para a maioria das classes de maturação e os valores médios de brix. Detectou-se correlação significativa de qualidade de bebida com o teor de potássio dos grãos. O brix dos frutos apresentou correlação significativa com os critérios de qualidade aroma e balanço. Com exceção para o IBNm, nenhum outro fator ou critério de qualidade apresentou diferença significativa para a orientação da face de exposição das parcelas. A densidade de plantio, face de exposição dos subtalhões e idade das plantas não influenciaram as notas de qualidade. Houve variabilidade das notas de qualidade de bebida entre os subtalhões, que variaram de um mínimo de 70 a um máximo de 85, com uma média de 77.

ABSTRACT

ALVES, Enrique Anastácio, M.S. Universidade Federal de Viçosa, February 2005. **Spatial variability analyses of the coffee cherry produced in mountainous region.** Adviser: Francisco de Assis de Carvalho Pinto. Committee members: Daniel Marçal de Queiroz and Nerilson Terra Santos.

The coffee quality results from the interaction of the crop with the environment and cultural treatments, generating a high number of factors that associated to the spatial variability of the production and quality can hamper its optimization. With the site-specific management of these factors according to their variability, the precision agriculture can provide great benefits to coffee crop as making it more sustainable and lucrative. The objectives of this research were: to identify the spatial variability in quality of the mountain-produced coffee harvested at the coffee cherry stage; to generate a thematic map of the obtained quality levels; to correlate the notes and the beverage quality criteria to the contents of sugar in the coffee cherries and beans, nitrogen and potassium in the beans, and the nutritional state of the plants; and to study the influence from the orientation of the stand faces exposed to the sun upon the quality of the coffee beverage. The study consisted of three stages and was carried out during the harvest 2003/4 in the UFV Agricultural Engineering Department as well as in Braúna farm, which is located in Araponga county – MG. At the first stage, the effect of the sun-exposed faces upon the yield, maturation and beverage quality were analyzed. A homogeneous stand was selected, and the entirely randomized design was used. A total of 36 groups consisting of four plants each one were randomly sampled, and two coffee cherry samples were collected from each one, being one sample for each sun-exposed face in relation to the planting rows. The samples were weighed and classified according to their maturation stage, whereas the coffee cherries were submitted to quality analyses. The t-test was used for the paired data in order to verify the occurrence of statistical

differences among the treatments. At the second stage, the effect from the orientation of the sun-exposed face of the coffee plant plots upon the quality of the coffee cherry beverage was studied. Fourteen homogenous plots were demarcated and classified according to the orientation of their sun-exposure faces. In each plot, a sample composed by coffee cherries was collected, in which the criteria of beverage quality, brix, N, K and sugars of the beans were analyzed. The obtained values were subjected to the variance analysis, according to the entirely randomized design and to the Tukey test. The correlation analysis among the studied parameters were also accomplished. At the third stage, the space variability of the quality of the coffee cherries cropped in mountainous region were investigated, by identifying the stands for the crop characteristics and sun-exposure faces. From each stand sample, the analyses of the beverage quality and brix of the coffee cherries were accomplished. The effects of the planting density, stand exposure faces, and plant age upon the quality notes were analyzed by descriptive statistics. A thematic map of the quality levels in the stands was generated, as well as the correlation among the notes of the beverage quality, their criteria, the brix and the average nutritional balance index (IBNm). The following conclusions may be drawn: the plant sun-exposed face submitted to a higher exposure to the sun showed a superior yield and beverage quality, relative to the shaded face; however this effect was not found for most maturation classes neither for the average brix values. A significant correlation was found between the beverage quality and the potassium content in the beans. The brix of the coffee cherry presented significant correlation with the aroma and balance criteria. Except for IBNm, any other factor or quality criterion showed significant differences for the orientation of the plot exposure faces. The planting density, stand exposure faces and plant ages had no effect upon the quality notes. The notes for beverage quality varied among the coffee stands. These notes varied from a minimum of 70 to a maximum of 85, so averaging 77.

INTRODUÇÃO

Originário da região de Kaffa na Abissínia, atual Etiópia, o café foi difundido pelo mundo, atingindo o segundo lugar entre as commodities agrícolas, mundialmente, comercializadas (PETRACO, 2000). O café perfaz um consumo mundial de 114 milhões de sacas. Com um parque cafeeiro de 2.211 mil hectares e produção estimada em 40,5 milhões de sacas, na safra 2004/5, o Brasil é o maior produtor e exportador, bem como o segundo maior consumidor mundial de café. A cultura cafeeira emprega mais de quatro milhões de trabalhadores, sendo que em 2003 a exportação de café gerou uma receita de 1,5 bilhões de dólares. Tais fatos consolidam a expressiva força econômica e importância social desta cultura durante toda a história da nação (Anuário estatístico do café, 2004).

O café é um dos poucos produtos, que é valorizado com base em parâmetros qualitativos. Segundo Teixeira e Milhomem (2001), a competitividade dos cafés brasileiros está ligada à racionalização da produção. Os mesmos autores afirmam que a demanda por produtos de qualidade diferenciada é uma oportunidade para agregação de valor ao café. Esses cafés especiais, ao contrário das commodities, impõem-se como fator que induz demanda.

O aumento da produtividade e, principalmente, a melhoria da qualidade do café têm sido o alvo perseguido pelos produtores. Entretanto, ambas resultam da interação entre a cultura, meio ambiente e os tratamentos culturais.

A qualidade do café é definida como o resultado da somatória de atributos físicos do grão cru, tais como cor, tamanho, densidade e uniformidade, bem como os atributos do grão torrado, destacando-se a homogeneidade na cor do grão (PRETE, 1992). Destacando-se também os diversos constituintes físico-químicos e químicos, dentre os quais se sobressaem: os açúcares, ácidos, compostos fenólicos, cafeína, compostos voláteis, ácidos graxos, proteínas e algumas enzimas, entre outros, cuja

presença, teores e atividades conferem ao café um sabor e aroma peculiares (COSTA & CHAGAS, 1997).

Vários fatores como as condições edafoclimáticas, manejo da lavoura, cuidados na colheita, secagem, beneficiamento e armazenamento, podem interferir na qualidade final do café. Este grande número de fatores aliados a variabilidade temporal e espacial da produção em quantidade e qualidade tem dificultado a otimização e racionalização da produção, podendo torná-la inviável e pouco competitiva frente aos concorrentes externos. Neste contexto, a agricultura de precisão, que é o manejo dos fatores de produção de forma localizada, levando-se em consideração a sua variabilidade, pode ser uma ferramenta importante nesta busca recente pela excelência na produção de café.

Segundo Queiroz et al. (2004), a agricultura de precisão pode trazer inúmeros benefícios à cultura do café, pois, trata-se de uma cultura de elevada receita por área, sendo seu preço baseado na qualidade dos grãos. O emprego das técnicas de agricultura de precisão pode auxiliar na identificação de áreas com potencial para produção de frutos com melhor qualidade, e até mesmo no entendimento dos fatores inerentes à mesma. Além disso, esses consideram que tais áreas podem ser georreferenciadas e tratadas de maneira diferenciada, uma vez que a cultura é perene e vem sendo, tradicionalmente, cultivada em talhões com áreas relativamente pequenas.

Entre os vários fatores mencionados, o efeito da face de exposição ao sol sobre a quantidade e qualidade dos frutos tem sido alvo de estudo. Segundo Da Matta e Rena (2002), o nível de irradiância solar influencia as características fisiológicas das plantas de café, fazendo com que as mesmas criem mecanismos de adaptação a esses níveis, tendo, como consequência dessas adequações, a interferência sobre a quantidade e qualidade dos frutos produzidos.

Matiello et al. (2004), estudando o efeito da face de exposição do cafeeiro sobre a produtividade e qualidade do café, em região de temperatura média elevada, encontraram um efeito deletério da face de exposição oeste da planta, de maior insolação, sobre os fatores estudados. Entretanto, Alves et al.

(2004), em estudos similares realizados na região da Zona da Mata de Minas Gerais, cuja temperatura média é menor, encontraram um efeito positivo da face oeste sobre a produtividade e qualidade do café.

O primeiro passo na implementação da agricultura de precisão é a identificação da existência de variabilidade espacial e, ou temporal dos fatores de produção. A principal estratégia tem sido a elaboração de mapas, georreferenciando-se os fatores de produção ao longo dos talhões e, caso exista variabilidade, definindo-se zonas de manejo, o que possibilita um tratamento diferenciado de cada zona, de acordo com suas necessidades.

No Brasil, alguns trabalhos vêm sendo desenvolvidos no sentido de identificar áreas de plantio e, ou mapear a produtividade em lavouras de café (HURTADO et al., 2003, PAVÃO & LESSA, 2002, BALASTREIRE et al., 2002,). Entretanto, existem poucos trabalhos concernentes à variabilidade espacial da qualidade. Oliveira (2003) propôs uma metodologia para mapear a variabilidade espacial da maturação dos frutos, produtividade e qualidade do café de montanha em uma propriedade cafeeira. Trabalhando em um talhão de cerca de um hectare, o autor coletou 128 amostras para teste de bebida não encontrando variação de qualidade no mesmo.

Baseado nestes fatos, o presente trabalho objetivou: identificar a variabilidade espacial da qualidade de bebida do café de montanha, colhido no estágio cereja, gerar um mapa temático dos níveis de qualidade obtidos; e correlacionar as notas de qualidade de bebida e seus critérios (aroma, bebida limpa, doçura, acidez, corpo, sabor, gosto remanescente e balanço), bem como os açúcares dos frutos e grãos, o teor de nitrogênio e potássio dos grãos e o estado nutricional dos cafeeiros nas parcelas. Outro objetivo foi o estudo descritivo da influência da densidade de plantio, face de exposição dos subtalhões e idade das plantas sobre a qualidade de bebida, além da investigação quanto ao efeito das faces de exposição das plantas de café sobre a produtividade, maturação e qualidade do café cereja produzido em região de montanha.

BIBLIOGRAFIA

ANUÁRIO estatístico do café: 2004/2005. **Statistic coffee yearbook: 2004/2005**. Rio de Janeiro: Coffee business, 2004. v. 10 136p.

ALVES, E. A.; PINTO, F. A. C.; QUEIROZ, D. M. ZANDONADI, R. S.; SANTOS, N. T.. Análise do efeito da face de exposição das plantas de café ao sol sobre a produção e maturação dos frutos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 30, 2004, São Lourenço. **Trabalhos apresentados...** Rio de Janeiro: MAPA/PROCAFÉ, 2004. p. 121-122.

BALASTREIRE, L.A.; AMARAL, J.R.; LEAL, J.C.G.; BAIO, F.H.R. **Precision Agriculture Concepts Applied to Coffee Crops**. 2º Simpósio Internacional de Agricultura de Precisão, Viçosa, MG, 2002 – CD-ROM.

COSTA, L.; CHAGAS, S. J. R.; Gourmets – Uma Alternativa para o Mercado de Café, In: Qualidade do Café, **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 18, n. 187, p. 63-67, 1997.

DA MATTA, F.M., RENA, A.B. Ecofisiologia de Cafezais Sombreados e a Pleno Sol. In: ZAMBOLIM L. (Ed.) **O Estado da Arte de Tecnologias na Produção de Café**. Viçosa, MG. p. 93-136, 2002.

HURTADO, S.M.C; CARVALHO, L.M.T; FERREIRA, E. Determinação das áreas cafeeiras através da análise multi -temporal de imagens de satélite, de 1997 e 1999. **Anais XI SBSR**, Belo Horizonte, Brasil, 05-10 abril 2003, INPE, p. 131-135.

MATIELLO, J. B.; SILVA, W. J.; AGUIAR FILHO, E. C.; ARAÚJO, R. A. Efeito da face de exposição do cafeeiro na produtividade e na qualidade dos frutos na região de Pirapora – MG. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 30, 2004; São Lourenço. **Trabalhos apresentados...** Rio de Janeiro: MAPA/PROCAFÉ, 2004. p. 01-02.

OLIVEIRA, A.S.C.; **Mapeamento da Variabilidade Espacial da Produção na Cafeicultura de Montanha**. Viçosa: UFV, 2003. 102p. : il. (Tese – mestrado em Engenharia Agrícola, área de concentração: Mecanização agrícola).

PAVÃO, F.; LESSA, M. B. Determinação da Produção de café na Região de Atuação da COCAPEC, Através da utilização de Geoprocessamento. 28º Congresso Brasileiro de Pesquisas Cafeeiras. Caxambu-MG. 2002. **Trabalhos apresentados...** p. 125.

PETRACO, M. Enhancement of coffe quality by reduction of mould growth. In: SCUSSEL, V. M. (Ed.) **Atualidades em Micotoxinas e Armazenagem de Grãos**. Florianópolis: Ed. Da Autora, 2000. p. 128-139.

PRETE, C. E. C. **Condutividade Elétrica do Exsudato de Grãos de Café (Coffea arabica L.) e sua Relação com a Qualidade da Bebida**. Piracicaba: ESALQ, 1992. 125p. : il. (Tese - doutorado em Agronomia, área de concentração: Fitotecnia).

QUEIROZ, D. M.; PINTO, F. A. C.; ZANDONADI, R. S.; EMERICH, I. N.; SENA JUNIOR, D. G., Uso de Técnicas de Agricultura de Precisão para a Cafeicultura de Montanha. In: ZAMBOLIM L. (Ed.) **Efeitos da Irrigação sobre a Qualidade e Produtividade do Café**. Viçosa, MG. p. 77-108, 2004.

TEIXEIRA, S.M.; MILHOMEM, A.V. A Competitividade e Custos da Cafeicultura Brasileira. In: **Tecnologias de Produção de Café com Qualidade**, Zambolim, L. (ed.) Viçosa: UFV, Departamento de Fitopatologia, 2001. p. 25-60.

ANÁLISE DO EFEITO DA FACE DE EXPOSIÇÃO DAS PLANTAS DE CAFÉ AO SOL SOBRE A PRODUÇÃO, MATURAÇÃO E QUALIDADE DE BEBIDA

RESUMO

O elevado número de fatores e interações, aliados à variabilidade temporal e espacial da produção, dificulta a otimização e racionalização da cafeicultura. Em região montanhosa, o problema é maior, pois, as condições locais podem dificultar praticamente todas as etapas da atividade, provocando aumento de variações na lavoura. Neste trabalho, objetivou-se à investigação da influência da face de exposição da planta de café ao sol sobre a produção, maturação e qualidade de bebida do produto. Durante a safra 2003/4, foi selecionado um talhão de 0,50 ha, com café (*Coffea arabica* L.) da cultivar catucaí, na fazenda Braúna no município de Araponga, MG. Utilizou-se o delineamento inteiramente casualizado, sendo amostrados aleatoriamente 36 grupos, formados por quatro plantas, sendo que de cada um deles eram coletadas duas amostras de frutos, uma para cada face de exposição em relação às linhas de plantio. As amostras provenientes do talhão foram pesadas e os seus frutos classificados quanto ao estágio de maturação, sendo os frutos cereja submetidos às análises de qualidade. Utilizou-se o teste t para dados pareados, a fim de verificar se houve diferença estatística entre as médias dos valores de produção, maturação e qualidade para as faces. Concluiu-se que a face de exposição das plantas, submetida a uma maior exposição ao sol, apresentou produção e qualidade de bebida superior à face sombreada. Entretanto, o mesmo efeito não foi verificado para a maioria das classes de maturação e os valores médios de brix, em que não houve diferença estatística.

Palavras-chave: agricultura de precisão, brix, cafeicultura de montanha.

ANALYZING THE EFFECT FROM THE EXPOSURE OF THE COFFEE PLANT FACES TO THE SUN ON THE YIELD, MATURATION AND BEVERAGE QUALITY

SUMMARY

The high number of factors and interactions associated to the time and spatial variability of the production can hamper the optimization and rationalization of coffee cropping. In mountainous region, the problem becomes higher because the local conditions can practically hamper all stages of this activity, as causing an increase in the crop variations. This study aimed at the investigation of the influence from the sun-exposed face of the coffee plant upon the yield, maturation and quality of the product beverage. A stand comprising 0,50 ha of coffee (*Coffea arabica* L.). Catucaí cv. was selected during the harvest 2003/4 in the Braúna farm, Araponga county-MG. The entirely randomized design was used, and 36 groups consisting of four plants were randomly sampled. Two cherry samples were collected from each group, being one sample for each exposure face in relation to the planting rows. The samples from the stand were weighed, whereas the coffee was classified according to the maturation stage, and the cherries were submitted to the quality analyses. The t-test was used for the paired data in order to verify the occurrence of statistical differences among the averages of the values for yield, maturation and sun-exposed face qualities. It was concluded that: the yield and beverage quality of the sun-exposed face of the plants submitted to a higher exposure to the sun were superior to the shaded face'. However, this effect was not found for most maturation classes and the average brix values in which no statistical differences were found.

Keywords: precision agriculture, brix, mountain coffee cropping

1. INTRODUÇÃO

O café é uma cultura de destaque, pois, ocupa o segundo lugar entre as commodities agrícolas globalmente comercializadas, perfazendo um consumo mundial de 114 milhões de sacas. Com um parque cafeeiro de 2.211 mil hectares e produção estimada em 40,5 milhões de sacas, na safra 2004/5, o Brasil é o maior produtor, exportador e segundo maior consumidor mundial de café. O café emprega mais de quatro milhões de trabalhadores, sendo que sua exportação em 2003 gerou uma receita de 1,5 bilhões de dólares. Tais fatos consolidam a expressiva força econômica e importância social desta cultura durante toda a história da nação (Anuário estatístico do café, 2004).

Segundo Caixeta (2001), apesar das características instáveis como os ciclos de preço e ciclos fisiológicos de produção, a cafeicultura é uma atividade economicamente interessante, pois, é rentável em pequena escala, possibilitando uma diversidade de processos de produção. Contudo, para garantir a competitividade e a permanência na atividade, o cafeicultor tem de se esforçar para tornar as lavouras mais produtivas, rentáveis e lucrativas.

De acordo com Rios (2003), a adoção da certificação de origem e qualidade seria útil à implantação de uma linguagem universal com todos os consumidores, criando-se, assim, possibilidades para ampliação das áreas de consumo, além da identificação das preferências e exigências atuais dos consumidores.

A melhoria da produtividade e, principalmente, da qualidade do café tem sido o alvo perseguido pelos produtores. Ambas resultam da interação entre cultura, meio ambiente e tratamentos culturais. De acordo com Matiello (1986), entre os fatores relativos à lavoura, que podem influir na produtividade, encontram-se: temperatura ambiente, precipitação, veranicos, plantio a pleno sol, relevo, fertilidade do solo, cultivar, espaçamento, manejo da lavoura e maturação.

Este elevado número de fatores aliados à variabilidade temporal e espacial da produção, em quantidade e qualidade, dificultam a otimização e racionalização da produção, podendo torná-la pouco competitiva frente aos concorrentes externos. Em cafezais de região montanhosa, o problema torna-se maior, pois, as condições locais podem dificultar, praticamente, todas as

etapas da atividade desde o plantio até a colheita, o que provocará aumento das variações diversas na lavoura, inclusive da maturação de frutos, produtividade e qualidade (CORTEZ, 1997). Neste contexto, a agricultura de precisão, que é o manejo dos fatores de produção de forma localizada, levando-se em consideração sua variabilidade espacial e temporal, pode ser uma ferramenta importante na tomada de decisão.

Com a investigação da variabilidade espacial da maturação, produtividade e qualidade do café, levando-se em consideração a face de exposição das plantas, torna-se possível levantar informações referentes ao processo de produção no campo, de forma a elucidar questionamentos concernentes à importância de alguns fatores de pré-colheita nesta variabilidade. Tais informações podem ser repassadas ao produtor, favorecendo um gerenciamento lucrativo e responsável da propriedade.

Mediante a importância desses fatos, o presente trabalho objetivou à investigação da influência da face de exposição da planta de café ao sol sobre a produção, maturação e qualidade de bebida dos frutos do cafeeiro, com base em critérios sensoriais (bebida, aroma, doçura, corpo, acidez, gosto remanescente e balanço) e físico-químicos (brix).

2. MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado no período de 2003/4, no Departamento de Engenharia Agrícola da Universidade Federal de Viçosa e na fazenda Braúna, situada no município de Araponga, MG.

Na propriedade, selecionou-se um talhão de 0,50 ha com a face de exposição voltada para oeste, com café (*Coffea arábica L.*) do cultivar catucaí, com 3,5 anos de idade, em espaçamento de 2,00 x 0,50 metros. Na Figura 1, observa-se um mapa da fazenda Braúna, com a distribuição da lavoura de café e o talhão selecionado para o desenvolvimento do trabalho.

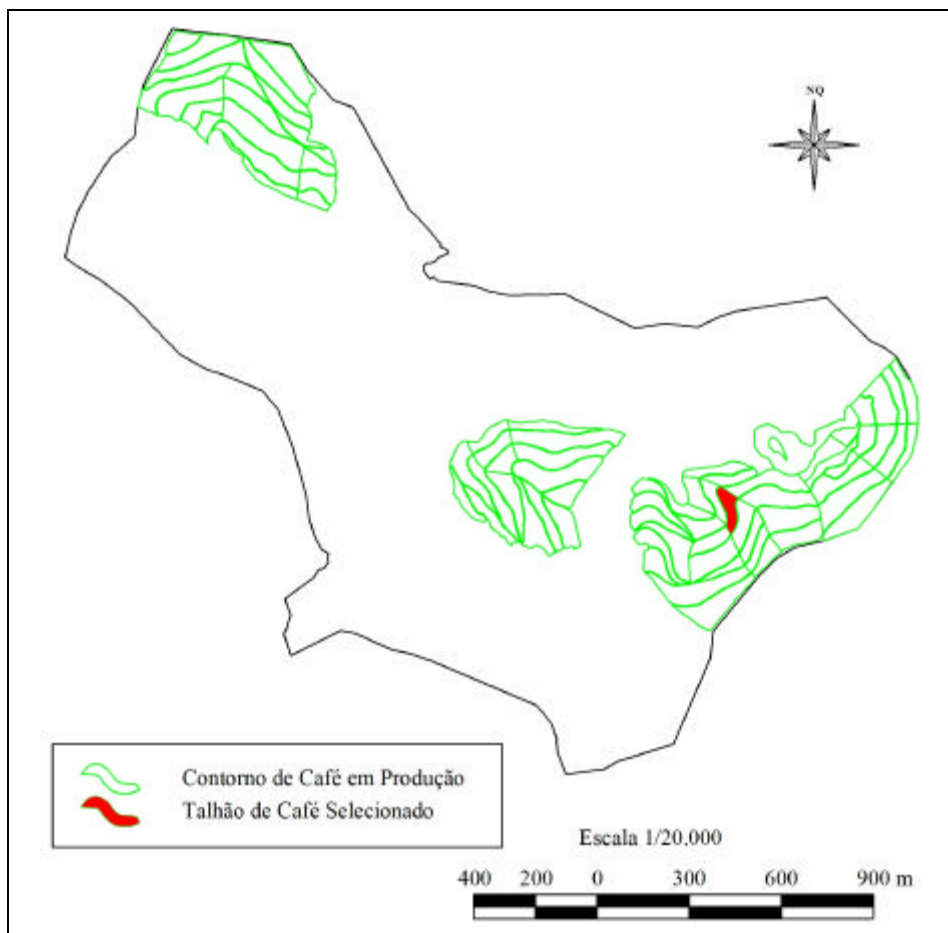


Figura 1. Mapa da fazenda Braúna, com a delimitação da lavoura de café.

O talhão era homogêneo quanto às características culturais: orientação, espaçamento, idade e variedade do café. Utilizou-se o delineamento inteiramente casualizado, e foram amostrados aleatoriamente 36 grupos, formados por quatro plantas, sendo que, de cada um deles coletaram-se duas amostras de frutos, uma para cada uma das faces das plantas voltadas para as entrelinhas, delimitadas visualmente pelos colhedores.

Como o talhão selecionado tem a sua face de exposição voltada para o oeste e a cultura é plantada em nível, as faces das plantas voltadas para as entrelinhas estavam voltadas para leste e oeste; a face oeste recebe o sol da tarde e a face leste o da manhã. Entretanto, devido à inclinação do talhão para o lado oeste de aproximadamente 40%, a face leste tem um sombreamento causado pelo terreno, recebendo, assim, menor insolação (Fig. 2).

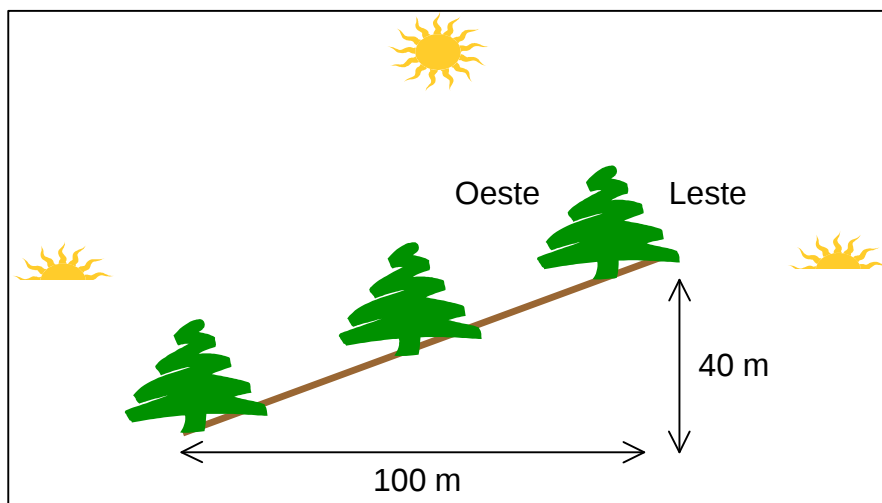


Figura 2. Representação esquemática da disposição das plantas no talhão selecionado.

As amostras provenientes do talhão foram pesadas e seus frutos classificados, quanto ao estágio de maturação (verde, verdoengo, cereja e passa). Os frutos classificados como cereja, em cada amostra, foram submetidos às análises de qualidade com base nos parâmetros bebida e grau brix.

Utilizou-se o teste t a 0,05 de probabilidade, para dados pareados, a fim de verificar se houve diferença estatística entre as médias dos valores de produção, maturação e qualidade das faces de exposição das plantas ao sol.

2.1. COLETA DE DADOS

- *Determinação da massa e classificação das amostras*

Após a determinação da massa das amostras coletadas, aleatoriamente, no talhão, foram retiradas das mesmas subamostras de, aproximadamente, 200 gramas. Os frutos contidos em cada subamostra foram classificados, quanto ao estágio de maturação (verde, verdoengo, cereja e passa) e tiveram a sua massa foi medida, obtendo-se, assim, a percentagem de maturação de cada amostra.

De cada classe de maturação dos frutos de café (verde, verdoengo, cereja e passa) foram retiradas cinco amostras de, aproximadamente, 60 gramas, para determinação de umidade, usando-se o método padrão de estufa a $103 \pm 3^{\circ}\text{C}$, por 72 horas (BRASIL, 1992). Então, corrigiu-se a massa das amostras com frutos nos vários níveis de umidade, para o nível de 12% de umidade em base úmida.

- *Grau brix dos frutos cereja*

Foi realizada a catação dos frutos cereja contidos nas amostras, descartando-se as outras classes de maturação. Então, de cada umas dessas amostras de frutos cereja, foram escolhidos, ao acaso, três frutos a partir dos quais, utilizando-se um refratrômetro portátil Sammar modelo RT-30ATC, fez-se a leitura do grau brix do suco obtido pela compressão dos mesmos.

- *Processamento das amostras de frutos cereja*

As amostras de frutos cereja foram despulpadas, utilizando-se um despulpador manual com fluxo de água contínuo. As amostras despulpadas foram secas artificialmente, com temperatura do ar de secagem de 40°C , até atingirem umidade próxima a 12% b.u. Para a secagem, utilizou-se um secador de amostras de leito fixo em bandejas, com queimador a gás. A umidade dos grãos foi monitorada, através do medidor digital de umidade de cereais marca Gehaka, modelo G800.

Então, as amostras secas foram beneficiadas e acondicionadas em embalagens de papel. O beneficiamento das amostras foi realizado, utilizando-se um descascador de amostra portátil modelo DRC-1 nº 830 (Indústrias de Máquinas Agrícolas Pinhal S. A.).

- *Testes de qualidade de bebida*

O teste de bebida foi realizado por dois provadores, efetuando-se apenas uma determinação ou degustação por amostra. Cada amostra era composta de três xícaras, que foram analisadas quanto às características sensoriais do café, com base nas regras de competição nacionais e internacionais da Associação Brasileira de Cafés Especiais (BSCA, 2004). O café foi analisado quanto ao aroma, doçura, acidez, corpo, sabor e bebida limpa, gosto remanescente e balanço. Com base na análise deste conjunto de critérios de qualidade, determinou-se o valor da nota final global de cada amostra, de acordo com as normas estabelecidas para qualidade de cafés especiais. As amostras de cafés, que obtiverem notas inferiores a 70, devem ser descartadas por serem bebidas ruins, enquanto as notas compreendidas no intervalo de 70 a 74 são consideradas bebidas duras e as notas entre 75 e 80 indicam uma bebida dura ou mole. As amostras de café com notas acima de 80 são consideradas como cafés especiais. Então, efetuou-se a média dos valores dos critérios de qualidade realizada pelos provadores, obtendo-se uma nota única de qualidade por amostra.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1 são apresentados, para cada uma das faces (leste e oeste) de exposição das plantas, as médias de produção com seus respectivos erros-padrão. A aplicação do teste t para comparação das médias de produção das duas faces mostrou que a face oeste apresentou média de produção, significativamente, maior do que a face leste. Tal resultado indica que o tipo de incidência da luz solar influenciou, significativamente, a produção de cada uma das faces de uma mesma planta.

Tabela 1. Médias de produção das faces leste e oeste de exposição das plantas ao sol, respectivos erro padrão e teste t para comparação entre médias

Face	Média de produção de 4 plantas (kg)	Erro padrão (kg)	t calculado
Leste	1,22	0,07	5,74 *
Oeste	2,03	0,14	

* Significativo ao nível de 5% com base no t tabelado de 2,03.

Estes resultados comprovam um fato que muitos produtores já haviam diagnosticado, visualmente, em suas lavouras em região de montanha: a face das linhas ou talhões que recebem maior insolação tem tido maiores cargas. Segundo Da Matta e Rena (2002), embora as plantas de café arábica tenham origem nas florestas da Etiópia, onde se encontram sob a proteção das árvores, os cultivares mais difundidos foram melhorados para apresentar alta produção em condições de pleno sol. As plantas submetidas à sombra devem, então, adaptar-se às condições de baixa radiação, embora isto leve à diminuição da produção.

Este incremento na produção das plantas de café, em relação ao nível de luz (Tabela 1), também foi encontrado em outras pesquisas. Em estudos do efeito de diferentes níveis de luz natural, Carelli et al. (2001) verificaram que a produtividade acumulada durante dois anos consecutivos aumentou, significativamente, com o nível de luz. Mesmo em condições moderadas de sombreamento (50 e 70% da luz solar), a produção das plantas foi menor do que em pleno sol. Existem evidências de que o sombreamento, durante a etapa de iniciação floral, pode reduzir o número de flores (CANNELL, 1985).

Outro fato que pode estar sendo decisivo na diferença de produção encontrada entre os lados de exposição de uma mesma planta, é a fotossíntese realizada pelos frutos, pois segundo Cannell (1976), até 30% do ganho de massa seca do fruto pode ser derivado de sua própria fotossíntese.

Segundo Carvajal (1984), as plantas de café cultivadas em pleno sol têm capacidade fotossintética absoluta mais elevada e maior produção de matéria seca. Investigações mostraram que existe uma correlação entre o índice de

área foliar e a produtividade do café. Provavelmente, o que está acontecendo é um maior desenvolvimento da planta na face de exposição com maior insolação (oeste), refletindo-se na produtividade diferenciada das faces.

Os valores médios de percentagem de maturação e respectivos erros padrão, obtidos para as faces leste e oeste das plantas, são apresentados na Tabela 2. A aplicação do teste t mostrou que não houve diferença significativa entre as médias das faces leste e oeste para a percentagem de verde, verdoengo, cereja e maduros. Entretanto foi detectada diferença significativa entre as médias das duas faces para a percentagem de frutos passa.

Tabela 2. Percentagem média das classes de maturação dos frutos das amostras colhidas nas faces leste e oeste de exposição das plantas ao sol, respectivos erros padrão e teste t para comparação entre médias

Face	Média (%)	Erro padrão	t calculado
Classes de maturação			
Verde			
Leste	25,70	1,37	0,25 ^{ns}
Oeste	25,38	1,53	
Verdoengo			
Leste	15,48	1,01	0,17 ^{ns}
Oeste	15,26	1,22	
Cereja			
Leste	51,36	1,71	1,01 ^{ns}
Oeste	49,79	1,85	
Passa			
Leste	7,44	0,69	2,30*
Oeste	9,55	0,97	
Maduros (cereja + passa)			
Leste	58,81	2,06	0,35 ^{ns}
Oeste	59,34	2,17	

Significativo (*) e não significativo (^{ns}) ao nível de 5% com base no t tabelado de 2,03.

Para a percentagem de frutos passa, a face oeste das plantas obteve um valor 28,4% superior à face leste. Este fato pode ser explicado por uma maturação acelerada dos frutos, que evoluem do estágio de cereja para passa sob influência de maiores taxas de secagem dos frutos submetidos a maior insolação, que ocorre na face oeste.

Segundo Cannell (1972), a iniciação de gemas florais requer intensidades de luz mais altas. Devido a sua maior insolação, a face de exposição oeste pode estar recebendo o “start” da indução floral antecipadamente à face leste, com uma prévia florada adicional. Isto pode explicar a ocorrência de maior percentagem de frutos passas na face oeste, ainda que não represente variação significativa nos demais índices estudados no tratamento lado de exposição.

Analisando os resultados obtidos verifica-se que a variação de iluminação entre as faces de exposição de uma planta altera a uniformidade de maturação da mesma. Entretanto, a percentagem de frutos passa não chega a alterar as percentagens de frutos maduros e cereja, que na prática são os que mais interessam ao produtor de café de qualidade. Por outro lado, Botero (2003), em parcelas de café submetidas a diferentes níveis de sombreamento, não encontrou diferenças significativas sobre as percentagens de maturação e concluiu que, uma vez formados os frutos, o sombreamento não afeta as características de maturação.

Na Tabela 3, são apresentadas as médias dos valores de brix para cada uma das faces das plantas e respectivos erros padrão. A aplicação do teste t mostrou que não houve diferença estatística entre os valores médios de brix dos frutos cereja, coletados nas faces leste e oeste das plantas. Os valores de brix indicam a quantidade de sólidos solúveis, principalmente açúcares, diluídos na polpa do fruto de café cereja amostrado. Segundo Carvalho et al. (1989), durante o processo de torra de café, os açúcares reagem formando compostos coloridos desejáveis, responsáveis pela cor marrom e características de aroma. Portanto, é de se esperar que não haja diferença entre as faces leste e oeste com relação às características associadas à cor e ao aroma.

Tabela 3. Valores médios de grau brix dos frutos cereja para as faces leste e oeste de exposição das plantas, respectivos erro padrão e teste t para a comparação entre médias (36 repetições)

Face	Média	Erro padrão	t calculado
Leste	16,47	0,27	0,10 ^{ns}
Oeste	16,50	0,24	

^{ns} Não significativo ao nível de 5% com base no t tabelado de 2,03.

Os valores referentes às características sensoriais de bebida de café são apresentados na Tabela 4. A aplicação do teste t, para comparar a média da face leste com a da face oeste, apontou a inexistência de diferenças significativas para as características sensoriais de aroma, doçura, acidez, corpo e sabor. Estes resultados reforçam o resultado, apresentado anteriormente, de que não há diferença na média dos valores brix dos frutos colhidos nas faces leste e oeste de uma mesma planta.

Por outro lado, o teste t apontou que os grãos de café coletados na face oeste alcançaram melhor avaliação para as características sensoriais qualidade da bebida e bebida limpa. Este resultado demonstra que a maior iluminação natural, que ocorreu na face oeste, produziu um efeito positivo sobre a qualidade de bebida. Em estudos recentes, Matiello et al. (2004) demonstraram que a face oeste de exposição dos cafeeiros, com maior insolação, influenciou negativamente a produção de grãos em qualidade e quantidade. Esses resultados foram encontrados em uma região de temperatura média elevada e portanto, o fato de serem opostos aos do presente trabalho não é preocupante, pois ao contrário, demonstram a importância de se estudar o efeito da face de exposição em diferentes climas e microclimas e que os resultados obtidos, embora importantes não devem ser aplicados à cafeicultura como um todo em um país de dimensões continentais.

Tabela 4. Características sensoriais médias (19 repetições) da bebida de café para as faces leste e oeste de exposição das plantas, respectivos erros padrão e teste t para comparação entre médias

Face	Media	Erro padrão	T calculado
Notas de qualidade de bebida			
Leste	75,84	0,64	2,23*
Oeste	77,50	0,70	
Aroma			
Leste	2,02	0,04	0,69 ^{ns}
Oeste	2,08	0,14	
Doçura			
Leste	4,16	0,23	1,35 ^{ns}
Oeste	4,61	0,23	
Acidez			
Leste	5,00	0,20	1,86 ^{ns}
Oeste	5,34	0,13	
Corpo			
Leste	5,42	0,18	0,77 ^{ns}
Oeste	5,29	0,17	
Sabor			
Leste	5,08	0,14	0,77 ^{ns}
Oeste	5,24	0,19	
Bebida limpa			
Leste	4,29	0,30	2,62*
Oeste	5,18	0,14	
Gosto remanescente			
Leste	4,92	0,15	0,51 ^{ns}
Oeste	5,03	0,18	
Balanço			
Leste	5,08	0,17	0,62 ^{ns}
Oeste	5,24	0,17	

Significativo (*) e não significativo (^{ns}) ao nível de 5% com base no t tabelado 2,10.

4. CONCLUSÕES

De acordo com os resultados obtidos, conclui-se :

- A face oeste das plantas, submetida a uma maior exposição ao sol, apresentou maior produção de grãos do que a face leste, indicando que houve influência significativa da face de exposição à luz solar na produção dentro de uma mesma planta;
- com exceção para a percentagem de frutos passa, não foram detectadas diferenças significativas entre as médias das classes de maturação das faces leste e oeste de uma mesma planta, para as características relacionadas as demais classes maturação de frutos e valores brix de grãos cereja;
- foi detectada diferença significativa na qualidade de bebida entre os grãos colhidos nas duas faces, sendo que grãos colhidos na face oeste, produziram bebida com qualidade superior aos grãos colhidos na face leste.

5. AGRADECIMENTOS

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e tecnológico (CNPq), pela concessão da bolsa de estudos. À Fundação de Amparo à Pesquisa de Minas Gerais - FAPEMIG, pelo patrocínio dos projetos de pesquisa.

6. BIBLIOGRAFIA

ANUÁRIO estatístico do café: 2004/2005. **Statistic coffee yearbook: 2004/2005**. Rio de Janeiro: Coffee business, 2004. v. 10 136p.

Associação brasileira de cafés especiais – BSCA. **Regras de Competição Nacionais e Internacionais**. Alfenas, [2004]. 5 p.

BOTERO, C.J. **Avaliação do desenvolvimento vegetativo e reprodutivo de cafeeiros sob níveis de sombreamento e adubação**. Viçosa: UFV, 2003. 52p. : il. (Dissertação - Mestrado em Fitotecnia). Orientador: Ricardo Henrique Silva Santos. T 633.73 J37a 2003

BRASIL., Ministério da Agricultura e reforma Agrária. **Regras para Análises de Sementes**. Brasília: CLAV/DNDV/SNAD/MA, 1992. 365p.

CAIXETA, G.Z.T. Gerenciamento da Cafeicultura em Época de Crise. . In: **Tecnologias de Produção de Café com Qualidade**, Zambolim, L. (ed.) Viçosa: UFV, Departamento de Fitopatologia, 2001. p. 1-24.

CANNELL, M.G.R. Crop physiological aspects of coffee bean yield. A review. **Kenya Coffee**, v41, n.484, p. 245-253, 1976.

CANNELL, M.G.R. Physiological of the crop In: CLIFORD, M.N.; WILLSON , K.C. (ed.). **Coffee: botany biochemistry and production of beans and beverage**. Croom Beckenham: Helm. p. 108-134. 1985.

CANNELL, M.G.R. Primary production, fruit production and assimilate partition in arabica coffee: A review. **Annual Report of Coffee Research Station**. p. 6-24. 1972.

CARELLI, M.L.C.; FAHL, J.L.; ALFONSI, E.L. Efeito de níveis de sombreamento no crescimento e na produtividade do cafeeiro. In **Resumos expandidos do II Simpósio de Pesquisa dos Cafés do Brasil**. Vitória-ES. Embrapa. P. 120-124, 2001.

CARVAJAL, J.F. **Cafeto: cultivo y fertilización**. Berna: Instituto Internacional de la Potasa 1984. 254p.

CARVALHO, V.D.; CHALFOUN, S.M.; CHAGAS, S.J.R. Relação entre classificação do café pela bebida e composição físico química, química e microflora do grão beneficiado. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEIEIRAS, 15, 1989, Maringá. **Trabalhos apresentados...** Rio de Janeiro: IBC, [1989]. p. 25-26.

CORTEZ, J. G. Aptidão Climática para a Qualidade da Bebida nas Principais Regiões Caffeiras de Minas Gerais. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 18, n. 187, p. 27-31, 1997.

DA MATTA, F.M., RENA, A.B. Ecofisiologia de Cafezais Sombreados e a Pleno Sol. In: ZAMBOLIM L. (Ed.) **O Estado da Arte de Tecnologias na Produção de Café**. Viçosa, MG. p. 93-136, 2002.

MATIELLO, J. B. **Fatores que Afetam a Produtividade do Café no Brasil**. In: RENA, A B; MALAVOLTA, E; ROCHA, M; YAMADA, T. Cultura do cafeeiro: fatores que afetam a produtividade. SIMPÓSIO SOBRE FATORES QUE AFETAM A PRODUTIVIDADE DO CAFEIEIRO, 1984, Poços de Caldas – MG, Anais. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato - POTAFÓS, 1986. 447 p.: il.

MATIELLO, J. B.; SILVA, W. J.; AGUIAR FILHO, E. C.; ARAÚJO, R. A.. Efeito da face de exposição do cafeeiro na produtividade e na qualidade dos frutos na região de Pirapora – MG. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEIEIRAS, 30, 2004; São Lourenço. **Trabalhos apresentados...** Rio de Janeiro: MAPA/PROCAFÉ, 2004. p. 01-02.

RIOS, J. N. G., Certificação de Origem e Qualidade de Café. In: ZAMBOLIM L. (Ed.) **Produção Integrada de Café**. Viçosa, MG. p. 509-554, 2003.

EFEITO DA ORIENTAÇÃO DA FACE DE EXPOSIÇÃO AO SOL DE PARCELAS DE PLANTAS DE CAFÉ NA QUALIDADE DE BEBIDA DOS FRUTOS CEREJA PRODUZIDOS EM REGIÃO DE MONTANHA

RESUMO

O presente estudo foi conduzido a fim de investigar a influência da orientação da face de exposição ao sol dos talhões na qualidade de bebida dos frutos cereja de café, com base em critérios de qualidade de bebida e correlacionando-os com o índice de balanço nutricional médio (IBNm) das plantas, o teor de açúcares dos frutos e grãos e nitrogênio e potássio dos grãos. O trabalho foi realizado no período de 2003/4, no Departamento de Engenharia Agrícola da Universidade Federal de Viçosa e na fazenda Braúna, situada no município de Araponga, MG. Nesta propriedade quatorze parcelas homogêneas com relação ao espaçamento, idade e variedade foram demarcadas e classificadas, segundo as orientações de suas faces de exposição ao sol, como norte, noroeste, nordeste e sul. Em cada parcela, foi coletada uma amostra composta de frutos cereja, das quais foram analisados os critérios de qualidade de bebida, brix, N, K e açúcares dos grãos. Os valores obtidos foram submetidos à análise de variância, segundo o delineamento inteiramente casualizado e ao teste de Tukey para verificar a existência de efeito significativo da orientação. Foi ainda realizada a análise de correlação entre os parâmetros. Foram detectadas correlações significativas de qualidade de bebida para o teor de potássio dos grãos. O brix dos frutos apresentou correlação significativa com os critérios de qualidade, aroma e balanço. Com exceção para o IBNm, nenhum outro fator ou critério de qualidade apresentou diferença significativa para a orientação da face de exposição das parcelas.

Palavras-chave: orientação, agricultura de precisão, cafeicultura de montanha.

EFFECT FROM THE ORIENTATION OF THE SUN-EXPOSED FACE IN THE COFFEE PLANT PLOTS ON THE QUALITY OF THE CHERRY BEVERAGE PRODUCED IN MOUNTAINOUS REGION

SUMMARY

This study was carried out to investigate the influence from the orientation of the sun-exposed face in coffee stands upon the quality of the coffee cherry beverage, based on criteria for the beverage quality, as well as correlating them to the average nutritional balance index (IBNm) of the plants, the sugar contents of the coffee cherries and beans, and nitrogen and potassium of the beans. The research was accomplished over the period 2003/4, in the UFV Agricultural Engineering Department, as well as in the Braúna farm located in Araponga county- MG. In this rural property, fourteen plots that were homogeneous in relation to the spacing, age and variety of the plants were demarcated as well as classified according to their sun-oriented faces, that is north, northwest, northeast and south. In each plot, a sample composed of coffee cherries was collected, from which the criteria of beverage quality, brix, N, K and sugars of the beans were analyzed. The values were submitted to the variance analysis according to the entirely randomized design, as well as to the Tukey test in order to verify the occurrence of any significant effect of the orientation. The correlation analysis among the parameters were also performed. Significant correlations of the beverage quality were found for potassium content in the beans. The fruit brix showed significant correlation with the quality, aroma and balance. Except for IBNm, no other factor or quality criterion showed significant differences for the orientation of the plot exposure face.

Keywords: orientation, precision agriculture, mountain coffee cropping.

1. INTRODUÇÃO

No Brasil, poucos produtos agrícolas têm os preços baseados em parâmetros de qualidade, destacando-se dentre eles o café, cujo valor é acrescido, significativamente, com a melhoria da qualidade (RIOS, 2003).

A produção de cafés centrada na comercialização de matéria-prima pouco diferenciada não é a melhor alternativa para que os produtores se mantenham num mercado altamente competitivo, onde a qualidade é o aspecto-chave para o alcance de melhores preços. Para uma maior competitividade do café brasileiro, é necessário que pesquisas de caráter multidisciplinar realizadas, no sentido de identificação e qualificação dos atributos responsáveis pela qualidade da bebida (SILVA, 1999).

O aumento da produtividade e, principalmente, a melhoria da qualidade do café têm sido o alvo perseguido pelos produtores. No entanto, tais resultam da interação entre cultura, meio ambiente e tratos culturais. Segundo Matiello (1986), dentre os fatores relativos à lavoura que podem afetar a produtividade, citam-se: temperatura ambiente, precipitação, veranicos, plantio em pleno sol, relevo, fertilidade do solo, cultivar, espaçamento, manejo da lavoura e maturação.

A composição química dos grãos, determinada por fatores genéticos, ambientais e culturais, bem como os métodos de colheita, processamento e armazenamento são fatores importantes, pois, afetam diretamente a qualidade da bebida do café. A torração e o preparo da bebida modificam a constituição química dos grãos, mas, essas alterações são dependentes da composição original dos mesmos (LOPES, 2000).

Devido ao grande número de fatores que influenciam a quantidade e a qualidade do café produzido, torna-se difícil a identificação e quantificação da interação dos mesmos sobre a cultura no campo. Em cafezais de região montanhosa o problema é maior, pois as condições locais provocam aumento nas diversas variações na lavoura, inclusive da maturação de frutos, produtividade e qualidade (CORTEZ, 1997). Neste contexto, a agricultura de precisão, que é o manejo dos fatores de produção de forma localizada,

levando-se em consideração sua variabilidade espacial e temporal, pode ser uma ferramenta importante na tomada de decisão.

Segundo Queiroz et al. (2004), a agricultura de precisão pode trazer inúmeros benefícios à cultura do café, sendo uma cultura de elevada receita por área e tendo o seu preço baseado na qualidade. A ampliação das técnicas de agricultura de precisão pode auxiliar a identificação de áreas com potencial para produção de frutos com melhor qualidade, e até mesmo o entendimento dos fatores inerentes à mesma. Além disso, segundo esses autores, essas áreas podem ser georreferenciadas e tratadas de maneira diferenciadas, uma vez que a cultura é perene e vem sendo, tradicionalmente, cultivada em talhões com áreas relativamente pequenas.

Entre vários fatores mencionados, o efeito da face de exposição ao sol sobre a quantidade e qualidade dos frutos tem sido alvo de estudo. Segundo Da Matta e Rena (2002), o nível de irradiância solar influencia as características fisiológicas das plantas de café, fazendo com que as mesmas criem mecanismos de adaptações a esses níveis, tendo, como consequência dessas adequações, a interferência sobre a quantidade e qualidade dos frutos produzidos.

Matiello et al. (2004), estudando o efeito da face de exposição do cafeeiro sobre a produtividade e qualidade, em região de temperatura média elevada, encontraram um efeito deletério da face de exposição oeste da planta, com maior insolação, sobre os fatores estudados. Entretanto, Alves et al. (2004) em estudos similares realizados na região da Zona da Mata de Minas Gerais, cuja temperatura média é menor, encontraram efeito positivo da face oeste sobre a produtividade e qualidade do café.

Com a investigação da variabilidade espacial da qualidade do café, levando-se em consideração a orientação ou face de exposição ao sol dos talhões de café, podem ser levantadas informações referentes à importância de alguns fatores de pré-colheita determinantes desta variabilidade, transmitindo tais conhecimentos ao produtor e possibilitando, ao mesmo, um gerenciamento lucrativo e responsável de sua propriedade.

O presente trabalho de pesquisa teve como objetivo investigar a influência da orientação da face de exposição ao sol dos talhões na qualidade de bebida do frutos cereja de café, correlacionar o índice de balanço nutricional médio (IBNm) das plantas, o teor de açúcares dos frutos e grãos e nitrogênio e potássio dos grãos

2. MATERIAL E MÉTODOS

- *Caracterização dos Talhões e Seleção das Parcelas*

O trabalho foi realizado no período de 2003/4, no Departamento de Engenharia Agrícola da Universidade Federal de Viçosa e na fazenda Braúna, situada no município de Araponga, MG. A propriedade possui, aproximadamente, 86 ha cultivados com café da espécie *Coffea arabica* L. Nessa área, selecionaram-se os talhões de café em fase produtiva, que foram identificados quanto às características culturais: espaçamento, variedade e idade das plantas. Após a identificação, os talhões foram subdivididos em subtalhões. Posteriormente, cada uma das faces dos subtalhões foi classificada quanto às suas orientações de exposição ao sol (norte, nordeste, noroeste, sul, oeste, leste, sudeste e sudoeste). A definição da orientação das faces de exposição de cada subtalhão foi realizada, utilizando uma bússola e efetuando-se a leitura do azimute em vários pontos do talhão. Assim, um subtalhão pôde ter diferentes faces quanto à orientação de exposição ao sol. O esquema, apresentado na Quadro 1, demonstra o limite, em graus, estabelecido para cada uma das orientações das faces de exposição ao sol.

Após a identificação e classificação da orientação das faces de exposição, quatorze subtalhões foram selecionados. Estes subtalhões, considerados como sendo as unidades ou parcelas deste experimento, bem como suas respectivas características, são apresentados no Quadro 2.

Quadro 1. Limite, em graus, estabelecido para a caracterização das orientações das faces de exposição ao sol das parcelas no campo

Orientação	N	NE	E	SE	S	SO	NO
Limites em graus	337,5° a 22,5°	22,5° a 67,5°	67,5° a 112,5°	112,5° a 157,5°	157,5° a 202,5°	202,5° a 247,5°	247,5° a 292,5°

Quadro 2. Características das Parcelas Seleccionadas para o Experimento

Subtalhão	Área (ha)	Espaçamento (metros)	Plantio	Variedade	Face	Tratamento
37	0,38	2,00X0,50	Dez./00	Catucaí	N	1
38	0,70	2,00X0,50	Dez./00	Catucaí	N	1
39	0,71	2,00X0,50	Dez./00	Catucaí	N	1
40	1,07	2,00X0,50	Dez./00	Catucaí	NE	3
41	0,72	2,00X0,50	Dez./00	Catucaí	NE	3
46	0,65	2,00X0,50	Dez./00	Catucaí	NO	2
47	0,58	2,00X0,50	Dez./00	Catucaí	NO	2
48	1,14	2,00X0,50	Dez./00	Catucaí	NO	2
51	0,48	2,00X0,50	Dez./00	Catucaí	O	4
52	0,50	2,00X0,50	Dez./00	Catucaí	O	4
53	0,71	2,00X0,50	Dez./00	Catucaí	O	4
58	0,51	2,00X0,50	Dez./00	Catucaí	NO	2
59	1,82	2,00X0,50	Dez./00	Catucaí	NO	2
60	1,23	2,00X0,50	Dez./00	Catucaí	N	1

Com o intuito de caracterizar cada parcela quanto a seu estado nutricional, realizou-se a análise de tecido foliar. Foram coletadas, aleatoriamente, amostras em cerca de 30 plantas por hectare, sendo retirados em sua altura média, par de folhas dos ramos laterais (3º ou 4º a partir do ápice) nos dois lados da planta voltados para as entrelinhas, formando uma amostra única por parcela (ANDRADE, 2001). A caracterização do estado nutricional das plantas foi realizada nos meses de fevereiro e março, após a segunda adubação, correspondendo aos estádios de enchimento e maturação dos frutos. As amostras foram analisadas, quimicamente, para os nutrientes N, P, K, Ca, Mg, S, B, Cu, Fe, Mn e Zn.

Os resultados da análise foliar foram interpretados, utilizando-se o programa computacional denominado DRIS-PRA CAFÉ – Arábica, desenvolvido por Leite et al. (2004). Este programa calcula os índices DRIS para os nutrientes, obtidos por meio de análise de amostras de tecidos foliares de cada parcela, fornecidos em arquivo de planilha eletrônica. Este cálculo é realizado usando-se a média das relações direta e inversa de cada nutriente, conforme a Equação 1 proposta por AlvarezLVAREZ e LEITE (1999), que utilizam a equação 2 de JONES (1981), descrita como.

$$IA = \left(\frac{Z(A/B) + Z(A/C) + \dots + Z(A/N) - Z(B/A) - Z(C/A) - \dots - Z(N/A)}{2(n-1)} \right) \quad (1)$$

$$Z(A/B) = \frac{10 \cdot [(A/B) - (a/b)]}{s} \quad (2)$$

em que

IA = índice do nutriente analisado;

Z(A/B) = função da relação entre os nutrientes A e B da amostra a ser diagnosticada;

A/B = valor da relação entre nutrientes A e B, para a amostra a ser diagnosticada (relação direta);

a/b = valor da média obtida para as relações A/B, oriundas da população de plantas de alta produtividade (norma de referência);

n = número de nutrientes envolvidos na análise; e

s = desvio padrão dos valores da relação A/B da população de referência.

O programa apresenta os resultados para cada parcela em teste, ordenando os nutrientes segundo o grau de limitação nutricional, seja por carência ou excesso. Os índices DRIS podem assumir valores negativos, quando ocorre deficiência do nutriente considerado em relação aos demais. Valores positivos indicam excesso, sendo que quanto mais próximo de zero estiver um índice, mais próxima estará a lavoura do equilíbrio nutricional para o nutriente em estudo. Associado aos índices DRIS, o programa apresenta também, o índice de balanço nutricional médio (IBNm). Este valor expressa a soma dos valores absolutos dos índices DRIS de cada nutriente, dividido pelo

número de nutrientes analisados. Portanto, espera-se que quanto menor o IBNm, melhor será o estado nutricional da lavoura cujas plantas tiveram as folhas analisadas quimicamente. O cálculo do DRIS foi realizado, empregando-se normas de referência para a região de Viçosa. Para as análises estatísticas e de correlação, utilizou-se o IBNm por representar a interação de todos os nutrientes analisados nas plantas.

- *Coleta de frutos para avaliação dos critérios relacionados à qualidade de bebida, estado nutricional, teor de açúcares dos frutos e grãos e N e K dos grãos*

Foram amostradas, em cada parcela, cerca de 30 plantas por hectare, escolhidas aleatoriamente. Em cada planta foram colhidos, manualmente, os frutos cereja de quatro ramos, um par em cada lado da planta, voltados para as entrelinhas. A escolha desses ramos foi aleatória, de forma que esses frutos fossem representativos à planta e posteriormente à parcela. Todos os frutos coletados foram agrupados, formando uma amostra. A partir dessas amostras, foram realizadas as análises do brix dos frutos, testes de qualidade de bebida, teor de nitrogênio, potássio e açúcares dos grãos.

De cada amostra de frutos cereja, referentes à parcela, foram escolhidos ao acaso dez frutos dos quais, utilizando-se de um refratrômetro portátil Sammar modelo RT-30ATC, se fez a leitura do grau brix do suco obtido pela compressão dos mesmos.

Após a leitura do brix, as amostras de frutos cereja foram despulpadas, utilizando-se um despulpador manual com fluxo de água contínuo. As amostras despulpadas foram secas, artificialmente, com temperatura do ar de secagem de 40°C, até atingirem umidade aproximada de $11 \pm 0,5\%$ b.u. Para a secagem, utilizou-se um secador de amostras de leito fixo em bandejas, com queimador à gás. A umidade dos grãos foi monitorada, por meio do medidor digital de umidade de cereais, marca Gehaka modelo G800. Então, as amostras secas foram beneficiadas e acondicionadas em embalagens de papel.

O beneficiamento das amostras foi realizado, utilizando-se um descascador de amostra portátil modelo DRC-1 nº 830 (Indústrias de Máquinas Agrícolas Pinhal S. A.). Após beneficiadas, foram retirados 300 gramas de cada amostra seca, que foram, então, acondicionados em embalagens de papel por dois meses até o teste de qualidade de bebida. De cada amostra beneficiada, também foram retirados 50 gramas de grãos para análise laboratorial de açúcares, N e K dos grãos de café.

O teste de bebida foi realizado por dois provadores, efetuando-se apenas uma determinação ou degustação por provador, para cada amostra. Cada amostra foi composta de três xícaras que foram analisadas quanto às características sensoriais do café com base nas regras de competição nacionais e internacionais da Associação Brasileira de Cafés Especiais (BSCA, 2004). O café foi analisado quanto ao seu aroma, doçura, acidez, corpo, sabor e bebida limpa. A análise deste conjunto de critérios de qualidade determinou o valor da nota final global de cada amostra. De acordo com a BSCA, as amostras de cafés que obtiverem notas inferiores a 70 devem ser descartadas, por serem bebidas ruins, enquanto aquelas com notas compreendidas no intervalo entre 70 e 74 são consideradas bebidas duras e as notas entre 75 e 80 indicam uma bebida dura ou mole, mas sem expressão. As amostras de café com notas acima de 80 são consideradas como cafés especiais.

Os teores de açúcares (glicose, frutose e sacarose) foram determinados pelo método enzimático, no Laboratório de Fisiologia Vegetal da UFV. Os teores de nitrogênio e potássio foram determinados, através da análise de tecidos, no Laboratório de Solos Florestais da UFV.

- *Análise estatística*

Os resultados das avaliações foram submetidos à análise de variância, usando o modelo do delineamento inteiramente casualizado e o teste de Tukey, a 5% de significância, para avaliar a existência de diferença significativa entre as médias dos critérios avaliados para cada orientação da face de

exposição. Procedeu-se, também, à análise de correlação de todos os critérios avaliados.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

- *Análise de correlação entre os critérios estudados*

De acordo com os resultados apresentados na Tabela 1, houve correlação significativa entre a nota de qualidade de bebida com os demais critérios relacionados à avaliação da qualidade de bebida (aroma, bebida limpa, doçura, acidez, corpo, sabor, gosto remanescente e balanço). Entretanto, a nota de qualidade de bebida, não apresentou correlação significativa com nenhum outro critério avaliado, exceto para o teor de potássio dos grãos crus.

De acordo com a literatura, era esperado que a nota de qualidade e os seus critérios constituintes (aroma, bebida limpa, doçura, acidez, corpo, sabor, gosto remanescente e balanço) apresentassem correlação positiva significativa com os critérios que mensuram o teor de açúcares dos frutos (brix) e do grão (glicose, frutose e sacarose), pois, segundo Carvalho et al. (1989) durante o processo de torra de café, os açúcares reagem formando compostos desejáveis, responsáveis pela cor marrom e as características de aroma. Além disso, de acordo com a Organização Internacional do café (OIC, 1992), valores mais elevados de açúcares podem indicar a presença de maior doçura na bebida, sendo responsáveis pela formação do sabor caramelo, identificado na bebida. Ainda é discutível qual deve ser o tipo e concentração de açúcares nos grãos que exerceria maior influência na qualidade da bebida. No entanto, sabe-se que a sacarose é degradada, praticamente em quase sua totalidade durante a torração, originando açúcares menores, precursores de ácidos e aldeídos, responsáveis pelo aroma. Segundo AMORIM et al. (1976) e CHAGAS et al. (1996), cafés de melhor qualidade de bebida possuem teores mais elevados de açúcares. Analisando as médias dos valores obtidos por PINTO et al. (2001), que investigaram os teores de açúcares totais não redutores, e redutores em grãos torrados segundo os padrões de bebida do café, não se

detecta uma correlação linear entre os mesmos, pois a bebida estritamente mole apresentou maior teor de açúcares redutores, seguindo-se bebida dura, riada e mole, sendo que as bebidas estritamente moles e riadas obtiveram maiores teores de açúcares totais e açúcares não redutores.

Os resultados obtidos no presente trabalho não mostraram correlação significativa entre os critérios, que avaliam o teor de açúcar e aqueles que avaliam a qualidade de bebida. Açúcares podem não ser indicadores eficientes de qualidade de bebida, quando se trabalha com critérios refinados de classificação de qualidade de bebida, como os testes da Associação Brasileira de Cafés Especiais (BSCA, 2004). As únicas correlações que foram significativas entre os critérios relacionados ao teor de açúcar e os critérios relacionados à qualidade ocorreram entre grau brix, aroma e balanço.

O teor de potássio dos grãos crus apresentou correlação negativa significativa com os critérios de qualidade de bebida, excetuando-se os critérios bebida limpa, doçura e sabor. De todos os nutrientes necessários ao crescimento e desenvolvimento das plantas, o potássio é considerado o “elemento da qualidade” em nutrição de plantas, sendo essencial à síntese e manutenção da estabilidade de proteínas, à permeabilidade das membranas e processos osmóticos (MALAVOLTA et al., 1997; FAQUIN, 1994). Entretanto, vale ressaltar que a correlação foi negativa e estes resultados são contrários ao esperado. Uma possível explicação para esta correlação negativa refere-se à fonte de potássio, utilizada na adubação do cafeeiro. SILVA (1999), em estudos do efeito de fontes e doses de K na composição físico-química e química dos grãos de café beneficiados oriundos da região do sul de Minas (São Sebastião do Paraíso), encontrou uma redução no teor de açúcar total com o aumento nas doses de K, na forma de KCl, sendo que o inverso ocorreu com a fonte sulfato de potássio. Um outro possível efeito indireto da adubação do cafeeiro na forma de KCl sobre a qualidade da bebida do café refere-se ao fato que as plantas que recebem elevadas quantidades de cloreto aumentam o seu conteúdo de água (GOUNY, 1973). Um maior teor de água nos frutos favorece a proliferação de microorganismos (CHALFOUN, 1996) que, produzindo enzimas, que agem sobre os componentes químicos da mucilagem dos frutos,

principalmente sobre os açúcares, fermentando-os. Quando a fermentação é prolongada, a infecção por microrganismos torna-se acentuada e começa a produção de compostos responsáveis por sabores indesejáveis (CARVALHO & CHALFOUN, 1985).

O índice de balanço nutricional médio (IBNm) não apresentou correlação significativa com nenhum dos critérios de qualidade de bebida estudados. Estes resultados evidenciam que, embora importante, o estado nutricional das plantas, torna-se secundário em meio a tantos outros fatores, que compõem a qualidade. A nutrição parece ter influência maior sobre a quantidade (tamanho e número de frutos) do que sobre a qualidade dos frutos produzidos.

Tabela 1. Correlação entre os índices nutricionais dos grãos (N e K), critérios de qualidade de bebida (aroma, bebida limpa, doçura, acidez corpo, sabor, gosto remanescente, balanço e nota da qualidade de bebida), os índices de balanço nutricional médio (IBNm), açúcares dos grãos (glicose, frutose, sacarose) e dos frutos (brix)

	N grão	K grão	Aroma	B. limpa	Doçura	Acidez	Corpo	Sabor	G. rem.	Balanço	Nota de qualidade	Glicose	Frutose	Sacarose	Brix	IBNm
N grão	1,00															
K grão	0,12	1,00														
Aroma	-0,02	-0,63*	1,00													
B. limpa	-0,29	-0,35	0,15	1,00												
Doçura	-0,05	-0,34	0,41	0,24	1,00											
Acidez	-0,21	-0,69*	0,55*	0,38	0,54*	1,00										
Corpo	0,04	-0,68*	0,55*	0,51	0,61*	0,63*	1,00									
Sabor	0,15	-0,37	0,29	0,34	0,67*	0,27	0,52	1,00								
G. rem.	0,08	-0,57*	0,50	0,23	0,64*	0,77*	0,52	0,60*	1,00							
Balanço	-0,21	-0,63*	0,75*	0,63*	0,32	0,58*	0,53	0,28	0,44	1,00						
Nota de qualidade	-0,07	-0,55*	0,64*	0,58*	0,80*	0,72*	0,77*	0,55*	0,61*	0,75*	1,00					
Glicose	-0,07	-0,50	0,07	0,01	-0,25	0,06	0,04	0,10	0,13	0,16	-0,17	1,00				
Frutose	-0,25	-0,51	0,20	0,18	-0,19	0,30	0,24	-0,12	0,21	0,33	-0,01	0,74*	1,00			
Sacarose	-0,01	0,25	0,00	0,06	-0,29	0,03	-0,44	-0,40	-0,01	0,23	-0,01	-0,35	-0,22	1,00		
Brix	-0,22	-0,34	0,56*	0,48	-0,03	0,45	0,24	-0,12	0,34	0,74*	0,39	-0,10	0,18	0,59*	1,00	
IBNm	0,23	-0,36	0,35	-0,05	0,16	0,22	0,30	0,10	0,45	0,16	0,19	0,09	-0,03	0,13	0,43	1,00

* Correlação significativa ao nível de 5% de significância pelo teste t.

- *Efeito da orientação da face de exposição ao sol nos critérios avaliados*

De acordo com os resultados apresentados na Tabela 2, pode-se concluir que houve, pelo menos, uma diferença significativa entre as médias das quatro orientações das faces de exposição ao sol, para o critério IBNm. Entretanto, era esperado que houvesse efeito significativo das orientações das faces de exposição ao sol sobre a qualidade de bebida, pois, sabe-se que a esta depende da interação entre os fatores ambientais, culturais e tecnológicos nas fases de pré e pós-colheita (MATIELLO, 2004).

Tabela 2. Análise estatística dos valores dos critérios de qualidade, índices nutricionais e açúcares, N e K dos grãos de café

Análise	CV(%)	Média	F Calculado	Valor de probabilidade
N grão	4,49	2,52	0,86	0,49
K grão	7,91	1,47	0,33	0,81
Aroma	12,54	2,14	0,61	0,62
B. limpa	32,51	4,54	0,54	0,67
Doçura	15,92	4,93	2,86	0,09
Acidez	23,46	4,93	0,51	0,68
Corpo	14,31	5,32	1,73	0,22
Sabor	15,38	5,11	1,31	0,32
Gost. Rem	13,80	5,36	1,07	0,41
Balanço	12,80	5,25	0,64	0,61
Nota de qualidade	2,69	78,21	2,13	0,16
Glicose	33,93	28,05	0,99	0,44
Frutose	46,81	30,88	1,83	0,21
Sacarose	4,03	1203,80	0,44	0,73
Brix	13,01	14,36	0,44	0,73
IBNm	9,10	15,41	7,50*	0,01

* Significativo a 5% de probabilidade pelo teste F

Em estudos recentes do efeito da orientação da face de exposição ao sol das plantas de café, Matiello (2004) demonstrou que a face da planta de maior insolação influenciou, negativamente, a produção de grãos em quantidade e qualidade, pois, esta face produziu, em maior quantidade, grãos com defeitos do tipo concha e moca nas amostras estudadas. Todavia vale ressaltar que esse autor usou poucas plantas em ambiente controlado, com certeza de estar variando apenas a orientação, pois, todos os demais fatores que poderiam estar influenciando foram homogêneos. No presente trabalho, cada amostra de frutos usada para avaliar a qualidade de bebida, segundo orientação, foi obtida a partir da coleta aleatória de várias plantas dentro de cada parcela. Ao trabalhar com amostra composta o efeito da orientação da face de exposição pode ter sido diluído em virtude da falta de padronização de tamanho, espaçamento, desenvolvimento, estado nutricional e orientação das plantas. Outro aspecto importante é a dificuldade em obter um maior número de parcelas com mesma orientação, pelo fato de não existirem muitos talhões com características homogêneas, em uma lavoura comercial já implantada.

Ainda na Tabela 2, nota-se que apesar das parcelas serem consideradas homogêneas em relação aos tratamentos culturais, os valores de IBNm foram significativamente diferentes. Este resultado indica que a orientação da face de exposição ao sol influenciou a demanda de nutrientes na parcela de café, o que ocorreu provavelmente, devido à diferença de carga de frutos dos cafeeiros em cada parcela, induzida pela variação nos níveis de insolação para cada tratamento (orientação da face de exposição ao sol). A diferença no estado nutricional das plantas em cada tratamento parece não ter influenciado a qualidade de bebida, o que se observa analisando-se a correlação entre o IBNm e a qualidade (Tab. 1), bem como na ausência de diferença significativa entre as orientações das faces de exposição ao sol na qualidade de bebida (Tab.2).

Apesar de haver diferença significativa entre as médias das orientações das faces de exposição ao sol para o critério IBNm (Tabelas 2 e 3), os valores são muito próximos do ponto de vista prático. Estes resultados indicam a necessidade da continuidade dos experimentos nesta linha de pesquisa,

utilizando um maior número de orientações das faces de exposição e melhor controle do efeito ambiental. De fato, na Tabela 3, nota-se que a face nordeste apresenta-se com valor de IBNm, significativamente, diferente das demais. Esta face realmente recebe uma insolação diferenciada, uma vez que tende a não receber a maior parte do sol à tarde. Isto indica que o estudo com faces de exposição mais antagônicas como, por exemplo, norte-sul, leste-oeste, ou mesmo o efeito do solstício, poderia contribuir com mais informações quanto à qualidade, produtividade e outros fatores inerentes às plantas de café.

Tabela 3. Valores médios de Índice de Balanço Nutricional Médio (IBNm)

Faces	N	NO	O	NE
IBNm	15,0 a	17,1 a	15,7 a	11,0 b

Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si, a 5% pelo teste de Tukey.

4. CONCLUSÕES

De acordo com os resultados obtidos, concluir-se:

- Houve correlação significativa entre a nota de qualidade de bebida e todos os critérios relacionados (aroma, bebida limpa, doçura, acidez corpo, sabor, gosto remanescente e balanço). Entretanto, excetuando o teor de potássio (K) dos grãos crus e brix dos frutos, os critérios relacionados à qualidade de bebida não apresentaram correlação significativa com nenhum outro fator (IBNm, nitrogênio e açúcares dos grãos). O teor de potássio dos grãos crus apresentou correlação significativa com os critérios de qualidade de bebida, excetuando-se os critérios bebida limpa, doçura e sabor.
- O teor de sólidos solúveis (brix) dos frutos de café, embora não tendo correlação significativa direta com a qualidade, apresentou correlação significativa com os critérios de qualidade aroma e balanço.
- Foi detectada diferença significativa nos valores médios do critério nutricional das plantas (IBNm), entre as orientações das faces de

exposição ao sol. Entretanto, para os demais critérios, não foram detectadas diferenças significativas entre as orientações das faces de exposição ao sol.

5. AGRADECIMENTOS

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e tecnológico (CNPq), pela concessão da bolsa de estudos. À Fundação de Amparo à Pesquisa de Minas Gerais – FAPEMIG, pelo patrocínio dos projetos de pesquisa.

6. BIBLIOGRAFIA

ALVAREZ, V. H.; LEITE, R. A. Fundamentos estatísticos das fórmulas usadas para cálculos dos índices dos nutrientes no Sistema Integrado de Diagnose e Recomendação – DRIS. **Boletim Informativo Sociedade Brasileira Ciência do Solo**, v. 24, n. 1, p. 20-24, 1999.

ALVES, E. A.; PINTO, F. A. C.; QUEIROZ, D. M.; ZANDONADI, R. S.; SANTOS, N. T.. Análise do efeito da face de exposição das plantas de café ao sol sobre a produção e maturação dos frutos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 30, 2004, São Lourenço. **Trabalhos apresentados...** Rio de Janeiro: MAPA/PROCAFÉ, 2004. p. 121-122.

AMORIM, H.V.; LEGENDRE, M.G.; AMORIM, V.L.; ANGELO, A.J.S.; ORY, R.L. Chemistry of Brazilian green coffee and the quality of the beverage: VII.Total carbonyls, activity of polyphenol oxidase, and hydroperoxides. **Turrialba**, v.26, p.193-195, 1976.

ANDRADE, E.A.; **Calagem e Adubação do Café**, Viçosa: Aprenda Fácil Editora, 2001. 128p

Associação brasileira de cafés especiais – BSCA. **Regras de Competição Nacionais e Internacionais**. Alfenas, [2004]. 5 p.

CARVALHO, V.D.; CHALFOUN, S.M. Aspectos qualitativos do café. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.11, n. 126, p 79-92, jun. 1985.

CARVALHO, V.D.; CHALFOUN, S.M.; CHAGAS, S.J.R. Relação entre classificação do café pela bebida e composição físico química, química e microflora do grão beneficiado. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 15, 1989, Maringá. **Trabalhos apresentados...** Rio de Janeiro: IBC, 1989. p. 25-26.

CHAGAS, S.J. 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 (reduzidores, não reduzidores e totais). **Ciência e Agrotecnologia**, v.20, p.224-231, 1996.

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

CORTEZ, J. G. Aptidão Climática para a Qualidade da Bebida nas Principais Regiões Cafeeiras de Minas Gerais. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 18, n. 187, p. 27-31, 1997.

DA MATTA, F.M., RENA, A.B. Ecofisiologia de Cafezais Sombreados e a Pleno Sol. In: ZAMBOLIM L. (Ed.) **O Estado da Arte de Tecnologias na Produção de Café.** Viçosa, MG. p. 93-136, 2002.

FAQUIN, V. **Nutrição mineral de plantas.** Lavras: ESAL/FAEPE, 1994. 225p.

GOUNY, P. Observaciones sobre el comportamiento del vegetal en presencia de iones de cloro. **Revista de la Potassa**, v.45, p.1-14, 1973.

JONES, C. A. Proposed modifications of Diagnosis and Recommendation Integrated System (DRIS) for interpreting plant analyses. **Communication in Soil Science and Plant Analyses**, v. 12, p. 785-794. 1981.

LEITE, R. A. et al. Sistema para Cálculo dos Índices DRIS e do Potencial de Resposta à Adubação PRA para o Cafeeiro Arábica para Minas Gerais. **DRIS – PRA Café arábica**, Setor de Agroinformática, Departamento de Fitotecnia, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2004. 1 CD-ROM.

LOPES, L.M.V. **Avaliação da qualidade de grãos crus e torrados de cultivares de cafeeiro (*Coffea arabica* L.).** Lavras: UFLA, 2000. 87p. (Dissertação - Mestrado em Ciência dos Alimentos).

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

MATIELLO, J. B. Fatores que Afetam a Produtividade do Café no Brasil. In: RENA, A B; MALAVOLTA, E; ROCHA, M; YAMADA, T. Cultura do cafeeiro: fatores que afetam a produtividade. SIMPÓSIO SOBRE FATORES QUE AFETAM A PRODUTIVIDADE DO CAFEIEIRO, 1984, Poços de Caldas – MG, **Anais...** Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato - POTAFÓS, 1986. 447 p.: il.

MATIELLO, J. B.; SILVA, W. J.; AGUIAR FILHO, E. C.; ARAÚJO, R. A.. Efeito da face de exposição do cafeeiro na produtividade e na qualidade dos frutos na região de Pirapora – MG. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 30, 2004; São Lourenço. **Trabalhos apresentados...** Rio de Janeiro: MAPA/PROCAFÉ, 2004. p. 01-02.

ORGANIZACION INTERNACIONAL DEL CAFÉ. **El despulpado del café por medio de desmucilagadoras mecánicas sin proceso de fermentación y su efecto en la calidad de bebida de café producido en la región de Apucarana en el estado del Paraná en Brasil:** Londres, 1992. n.p. (Reporte de Evaluación Sensorial).

PINTO, N. A. V. D.; FERNANDES, S. M.; PIRES, T. C.; PEREIRA, R. G. F. A.; CARVALHO, V. D. Avaliação dos polifenóis e açúcares em padrões de bebida do café torrado tipo expresso. **Rev. Bras. de AGROCIÊNCIA**, v.7 n 3, p.193-195, set-dez, 2001

QUEIROZ, D. M.; PINTO, F. A. C.; ZANDONADI, R. S.; EMERICH, I. N.; SENA JUNIOR, D. G., Uso de Técnicas de Agricultura de Precisão para a Cafeicultura de Montanha. In: ZAMBOLIM L. (Ed.) **Efeitos da Irrigação sobre a Qualidade e Produtividade do Café.** Viçosa, MG. p. 77-108, 2004.

RIOS, J. N. G., Certificação de Origem e Qualidade de Café. In: ZAMBOLIM L. (Ed.) **Produção Integrada de Café.** Viçosa, MG. p. 509-554, 2003.

SILVA, E.B. **Fontes e doses de potássio na produção e qualidade do café proveniente de plantas cultivadas em duas condições edafoclimáticas.** Lavras: UFLA, 1999. 105p. (Tese – Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas).

VARIABILIDADE ESPACIAL DA QUALIDADE DO CAFÉ CEREJA CULTIVADO EM REGIÃO DE MONTANHA

RESUMO

A agricultura de precisão, com o manejo localizado dos fatores de produção segundo sua variabilidade, pode trazer grandes benefícios à cafeicultura, pois, ajuda a identificar e trabalhar os vários fatores, que influenciam a qualidade do produto. Objetivou-se, neste trabalho, identificar a variabilidade espacial da qualidade de bebida do café cereja, produzido em região de montanha, gerar um mapa temático e correlacionar a notas de qualidade com seus critérios constituintes (aroma, bebida limpa, doçura, acidez, corpo, sabor, gosto remanescente e balanço), o grau brix dos frutos e o estado nutricional dos cafeeiros, bem como realizar estudo descritivo sobre a influência da densidade de plantio, idade das plantas e orientação da face e de exposição dos subtalhões na qualidade de bebida. O trabalho foi desenvolvido durante a safra 2003/4, na fazenda Braúna, localizada no município de Araponga, MG. Nesta propriedade, os talhões foram caracterizados quanto a densidade de plantio, variedade, idade das plantas e orientação das faces de exposição. A partir da amostra de cada subtalhão foram realizadas as análises da qualidade de bebida e grau brix dos frutos. Por meio da estatística descritiva analisou-se o efeito da densidade de plantio, idade das plantas e face de exposição sobre as notas de qualidade. Procedeu-se, também, à correlação entre as notas de qualidade de bebida, seus critérios, o grau brix e o índice de balanço nutricional médio (IBNm). Concluiu-se que houve correlação significativa entre as notas de qualidade de bebida e os critérios, mas não houve correlação com o brix e o IBNm. A densidade de plantio, idade das plantas e orientação da face de exposição dos subtalhões não influenciou as notas de qualidade. Houve uma variabilidade das notas de qualidade nos subtalhões. Essas notas que variaram de um mínimo de 70 a um máximo de 85, com uma média de 77.

Palavras-chave: Agricultura de precisão, IBNm, cafeicultura de montanha.

SPATIAL VARIABILITY IN THE QUALITY OF THE COFFEE CHERRY CROPED IN MOUNTAINOUS REGION

SUMMARY

The precision agriculture providing the located management of the production factors according to their variability can bring great improvements to coffee growing, since it is useful in identifying and working many factors that affect the quality of the product. This study was targeted to: identify the spatial variability in the quality of the beverage from coffee cherries produced in mountainous region; to generate a thematic map; and to correlate the quality notes with their constituent criteria (aroma, clean beverage, sweetness, acidity, consistence, flavor, remaining taste and balance), brix of the cherries and the nutritional state of the coffee plants. Besides, a descriptive study about the influence of the planting density, plant ages, and orientation of the stand exposure face upon the beverage quality were also conducted. The study was carried out during the season 2003/4 in Braúna farm, Araponga county- MG. In this rural property, the coffee stands were characterized for planting density, variety, plant age and the orientation of the sun-exposed faces. The analyzes for beverage quality and cherry brix were performed from the sample of each coffee substand. The effect of the planting density, plant age, and sun-exposed face upon the quality notes were analyzed, by using the descriptive statistics. The correlation among the notes of beverage quality and their criteria, as well as brix and the average nutritional balance index (IBNm) were accomplished. The following conclusions were drawn: a significant correlation occurred between the notes for beverage quality and their criteria, and no correlation was found for brix and IBNm. No influence of the planting density, plant age, and orientation of the substand exposure faces upon the quality notes were found. There was a variability of the quality notes in the substands, since they ranged from 70 to 85, averaging 77.

Keywords: precision agriculture, IBNm, mountain coffee cropping.

1. INTRODUÇÃO

Originário da região de Kaffa na Abissínia, atual Etiópia, o café foi difundido no mundo, atingindo um consumo anual de 6 milhões de toneladas, tornando-se o segundo lugar entre as commodities agrícolas mundialmente comercializadas. (PETRACO, 2000). O Brasil é o maior produtor mundial de café, destacando-se o estado de Minas Gerais com 42% do total produzido (CONAB, 2003).

Com a globalização e a acirrada concorrência internacional de outros produtores tradicionais, como Colômbia, Guatemala, México e Costa do Marfim, e menos tradicionais como o Vietnã, torna-se imperativo que o Brasil procure novas estratégias comerciais e mercadológicas, para diferenciar seu produto (LUNA FILHO, 2004). Baseado neste conceito, o manejo diferenciado da lavoura cafeeira durante as fases de pré e pós-colheita, visando uma maior qualidade e produtividade, tem se tornado a principal estratégia do empreendedor rural, como meio de valorizar o seu produto.

O café é um dos poucos produtos, cujo valor baseia-se em parâmetros qualitativos. Segundo Teixeira e Milhomem (2001), a competitividade dos cafés brasileiros está ligada à racionalização da produção. Os autores afirmam que a demanda por produtos de qualidade diferenciada é uma oportunidade para agregação de valor ao café. Estes cafés especiais, ao contrário das commodities, impõem-se como fator que induz demanda.

O segmento de cafés especiais é o que mais cresce no mercado cafeeiro internacional, atingindo 15% ao ano, o que sugere que a qualidade é atualmente o fator mais importante e vem norteando a estratégia de marketing brasileira e a busca por excelência na produção. Embora recente, esta procura tem gerado resultados importantes como os que vem acontecendo em toda a região de montanha. Os cafés das montanhas de Minas Gerais e Espírito Santo têm atualmente, presença marcante nos prêmios de qualidade de café, contrariando o conceito de que nessas regiões só se produzia café de baixa qualidade (MELLO, 2001).

A qualidade do café é o resultado do somatório dos atributos físicos do grão cru, como a cor, tamanho, densidade e uniformidade, bem como dos atributos do grão torrado, em que se destaca a homogeneidade na cor do grão (PRETE, 1992). Há também os diversos constituintes físico-químicos e químicos, dentre os quais se sobressaem: açúcares, ácidos, compostos fenólicos, cafeína, compostos voláteis, ácidos graxos, proteínas e algumas enzimas, etc., cuja presença, teores e atividades conferem, ao café, sabor e aroma peculiares (COSTA & CHAGAS, 1997).

Vários fatores como condições edafoclimáticas, manejo da lavoura, cuidados na colheita, secagem, beneficiamento e armazenamento podem interferir na qualidade final do café. Este grande número de fatores, aliados à variabilidade temporal e espacial da produção em quantidade e qualidade, tem dificultado a otimização do sistema de produção, podendo torná-la inviável e pouco competitiva frente aos concorrentes externos.

Neste contexto, a agricultura de precisão, que é o manejo dos fatores de produção de forma localizada, levando-se em consideração sua variabilidade, pode ser uma ferramenta importante na busca recente por excelência na produção de café com qualidade.

Segundo Balastreire et al. (2002), a maioria dos trabalhos sobre agricultura de precisão tem sido desenvolvida para culturas anuais, pois estas são cultivadas em extensas áreas, empregando altas doses de fertilizantes e defensivos, o que aumenta a possibilidade de viabilização econômica da agricultura de precisão.

Apesar de ser uma cultura perene, o café no Brasil se enquadra nesta situação. Caixeta (2001) afirma que, mesmo com a intensa variabilidade dos preços, a cafeicultura é uma atividade economicamente interessante, gerando maior renda por unidade de área do que a maioria dos produtos agrícolas, possibilitando uma diversidade de tipos de processos de produção.

O primeiro passo na implementação da agricultura de precisão é a identificação da existência de variabilidade espacial e, ou temporal dos fatores de produção. A principal estratégia tem sido a elaboração de mapas, georreferenciando-se os diferentes níveis dos fatores de produção ao longo

dos talhões e, existindo variabilidade, definem-se zonas de manejo, o que possibilita um tratamento diferenciado de cada zona de acordo com suas necessidades.

No Brasil, alguns trabalhos vêm sendo desenvolvidos com o intuito de identificar áreas de plantio e, ou mapear a produtividade em lavouras de café (HURTADO et al., 2003; PAVÃO & LESSA, 2002; BALASTREIRE et al., 2002). Entretanto, existem poucos trabalhos concernentes à variabilidade espacial da qualidade do café no Brasil. Oliveira (2003) propôs uma metodologia para mapear a variabilidade espacial da maturação dos frutos, produtividade e qualidade de café de montanha em uma propriedade cafeeira. Trabalhando em um talhão com um hectare, aproximadamente, o autor coletou 128 amostras para teste de bebida, não encontrando variação de qualidade no mesmo.

Segundo Larscheid et al. (1997), é necessário a combinação de três ou quatro mapas da área para que distinguir os fatores espaciais e temporais. Identificada a variabilidade, buscam-se ,então, suas causas e a viabilidade do manejo localizado.

Abreu et al. (2003) estudaram a variabilidade espacial da produtividade e qualidade do trigo, assim como suas relações com as propriedades físico-hídricas do solo. Estudando a variabilidade espacial dos teores de óleo e proteína de grãos de soja, Balastreire et al., (2004) encontraram, para a área investigada, variações de 32,84% a 41,78% em proteína e 12,95% a 19,95% no teor de óleo, em função da posição no talhão.

A confecção de mapas permite, ao produtor, a otimização no uso de insumos, seleção das melhores áreas de produção, conhecimento dos fatores com maior influência na qualidade, além de facilitar a rastreabilidade de todo o processo produtivo. Isto porque no mercado de cafés especiais ou “Gourmets”, o consumidor busca um resultado semelhante ao encontrado no mercado de vinho, em que as características do produto e aquelas do sistema de produção, assim como os dados sobre o produtor e sua localização têm grande influência na decisão de compra. Este consumidor demanda informações de origem, como foi produzido, o impacto e a responsabilidade social do produtor (CAIXETA, 2001).

Baseado nestes fatos, o presente trabalho foi conduzido, visando identificar a variabilidade espacial da qualidade de bebida do café de montanha colhido no estádio cereja, gerar um mapa temático dos níveis de qualidade obtidos e analisar a correlação entre os critérios de qualidade de bebida (aroma, bebida limpa, doçura, acidez, corpo, sabor, gosto remanescente e balanço), os açúcares dos frutos e o estado nutricional das plantas de café nas parcelas. Objetivou-se ainda o estudo descritivo da influência da densidade de plantio, face de exposição dos subtalhões e idade das plantas sobre a qualidade de bebida.

2. MATERIAL E MÉTODOS

- *Caracterização dos talhões e seleção das parcelas*

O trabalho foi realizado no período de 2003/4 no Departamento de Engenharia Agrícola da Universidade Federal de Viçosa e na fazenda Braúna, situada no município de Araponga, MG. Esta propriedade abrange 306 ha aproximadamente, sendo que 86 ha são cultivados com café da espécie *Coffea arabica* L., o relevo é predominantemente montanhoso, a altitude média de 904 m, e o solo predominante é o Latossolo Vermelho Amarelo.

Na propriedade, os talhões de café foram identificados quanto às características culturais: espaçamento, variedade e idade das plantas. Em seguida os talhões foram classificados quanto às faces de exposição ao sol (norte, nordeste, noroeste, sul, oeste, leste, sudeste e sudoeste). A definição das faces de cada talhão foi realizada utilizando-se uma bússola e efetuando a leitura do azimute em vários pontos do talhão. Assim, um talhão teve uma ou mais faces de exposição. Procedeu-se, então, a definição das parcelas (subtalhões) estudadas na propriedade, sendo considerada como subtalhão a menor área contínua entre carregadores, que apresentava as mesmas características culturais e face de exposição ao sol.

Um total de 47 subtalhões foi selecionado na propriedade, tendo como critério único de seleção o fato de estarem todos em fase produtiva, a fim de possibilitar a colheita e análise dos frutos .

- *Caracterização do estado nutricional das parcelas*

Com o intuito de caracterizar cada parcela quanto ao seu estado nutricional, realizou-se a análise de tecido foliar. Foram selecionadas aleatoriamente, cerca de 30 plantas por hectare, sendo que, em sua altura média retirou-se um par de folhas dos ramos laterais (3º ou 4º a partir do ápice) nos dois lados da planta voltados para as entrelinhas (ANDRADE, 2001), esta coleta de folhas compôs uma amostra única para cada subtalhão. A caracterização do estado nutricional das plantas foi realizada nos meses de fevereiro e março, após a segunda adubação, correspondendo aos estádios de enchimento e maturação dos frutos. As amostras foram analisadas, quimicamente, para os nutrientes N, P, K, Ca, Mg, S, B, Cu, Fe, Mn e Zn.

Os resultados da análise foliar foram interpretados, utilizando-se o programa computacional denominado DRIS-PRA CAFÉ – Arábica, desenvolvido por Leite et al. (2004). Este programa calcula os índices DRIS para os nutrientes obtidos pela análise de amostras de tecidos foliares de cada parcela e fornecidos em arquivo de planilha eletrônica. Este cálculo é realizado, usando a média das relações direta e inversa de cada nutriente conforme a Equação 1 proposta por Alvarez e Leite (1999), que utilizam a Equação 2 de Jones (1981) descritas abaixo.

$$IA = \left(\frac{Z(A/B) + Z(A/C) + \dots + Z(A/N) - Z(B/A) - Z(C/A) - \dots - Z(N/A)}{2(n-1)} \right) \quad (1)$$

$$Z(A / B) = \frac{10 \cdot [(A / B) - (a / b)]}{s} \quad (2)$$

em que

IA = índice do nutriente analisado;

$Z(A/B)$ = função da relação entre os nutrientes A e B da amostra a ser diagnosticada;

A/B = valor da relação entre os nutrientes A e B, para a amostra a ser diagnosticada (relação direta);

a/b = valor da média obtida para as relações A/B , oriundas da população de plantas de alta produtividade (norma de referência);

n = número de nutrientes envolvidos na análise; e

s = desvio padrão dos valores da relação A/B da população de referência.

O programa apresenta os resultados para cada parcela em teste, ordenando os nutrientes segundo o grau de limitação nutricional, seja por carência ou excesso. Os índices DRIS podem assumir valores negativos quando ocorre deficiência do nutriente considerado em relação aos demais. Valores positivos indicam excesso, sendo que, quanto mais próximo de zero estiver um índice, mais próxima estará a lavoura do equilíbrio nutricional para o nutriente em estudo. Associado aos índices DRIS, o programa apresenta também o índice de balanço nutricional médio (IBNm). Este é um valor que expressa a soma dos valores absolutos dos índices DRIS de cada nutriente, dividido pelo número de nutrientes analisados. Portanto, espera-se que quanto menor o IBNm melhor será o estado nutricional da lavoura cujas plantas tiveram as folhas analisadas quimicamente. O cálculo do DRIS foi realizado, empregando-se normas específicas para a região de Viçosa.

- *Amostragem dos frutos de café*

Em cada subtalhão, foram amostradas cerca de 30 plantas por hectare, escolhidas aleatoriamente. Em cada planta, foram colhidos manualmente os frutos cereja de quatro ramos, um par em cada lado da planta, voltados para as entrelinhas. A escolha desses ramos foi aleatória, de forma que esses frutos fossem representativos da planta e posteriormente da parcela. Agruparam-se os frutos coletados, formando uma amostra por subtalhão. A partir dessas

amostras, foram realizadas as análises dos critérios de qualidade de bebida e brix dos frutos.

De cada amostra de frutos cereja referentes a um subtalhão, foram escolhidos ao acaso dez frutos dos quais, utilizando-se um refratrômetro portátil Sammar modelo RT-30ATC, procedeu-se à leitura do grau brix do suco obtido pela compressão dos mesmos.

Após a leitura do brix, as amostras de frutos cereja, foram despulpadas, utilizando-se um despulpador manual com fluxo de água contínuo. As amostras despulpadas foram secas, artificialmente, com temperatura do ar de secagem de 40°C, até atingirem umidade aproximada de 12% b.u. Para a secagem, utilizou-se um secador de amostras de leito fixo em bandejas, com queimador a gás. A umidade dos grãos foi monitorada através do medidor digital de umidade de cereais marca Gehaka, modelo G800.

As amostras secas foram beneficiadas e acondicionadas em embalagens de papel. O beneficiamento das amostras foi realizado, utilizando-se um descascador de amostra portátil modelo DRC-1 nº 830 (Indústrias de Máquinas Agrícolas Pinhal S. A.). Após o beneficiamento, 300 gramas de cada amostra seca foram retirados e acondicionados em embalagens de papel, por dois meses até o teste de qualidade de bebida.

O teste de bebida foi realizado por dois provadores, efetuando-se apenas uma determinação por degustador por amostra. Cada amostra era composta de três xícaras que foram analisadas quanto às características sensoriais do café com base nas regras de competição da Associação Brasileira de Cafés Especiais (BSCA, 2004). O café foi analisado quanto ao seu aroma, doçura, acidez, corpo, sabor e bebida limpa. A análise deste conjunto de critérios de qualidade determinou o valor da nota final global de cada amostra. As amostras de café que obtiveram notas inferiores a 70 foram descartadas, por serem bebidas ruins; as notas compreendidas no intervalo entre 70 e 74 indicaram bebidas duras, enquanto as notas acima de 74 e abaixo de 80 indicaram uma bebida dura ou mole, mas sem expressão. As amostras de café com notas acima de 80 foram consideradas como cafés

especiais. Então, efetuou-se a média de valores dos critério de qualidade, obtendo-se uma nota única de qualidade por amostra.

- *Análise dos resultados*

Fez-se a análise visual da variabilidade espacial da qualidade do café, a partir de um mapa temático dos níveis de qualidade nos subtalhões e efetuou-se a correlação entre a qualidade de bebida, seus critérios, o brix dos frutos cereja e o IBNm. Utilizando-se estatísticas descritivas procedeu-se à análise dos efeitos da densidade de plantio, face de exposição dos subtalhões e idade das plantas sobre as notas de qualidade de bebida do café.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Figura 1, apresenta-se o histograma das notas de qualidade de bebida do café cereja. Todos os subtalhões produziram frutos de café com boa qualidade de bebida, ou seja, com notas acima de 70 no teste de qualidade de bebida. Este resultado indica que, com um processamento pós-colheita adequado pode-se obter um produto com bebida de boa qualidade. Entretanto, conforme o observado no histograma, houve variabilidade entre as notas dos subtalhões, que variaram de um mínimo de 70 a um máximo de 85, com média igual a 77 e desvio padrão igual a 3,09. Nota-se que, apesar da boa qualidade de todas as amostras, apenas para um grupo seletivo de subtalhões (12,76%) foram obtidas, notas acima de 80, produzindo café especial quanto à qualidade de bebida. Estes resultados indicam a ocorrência de variabilidade, dentro da propriedade estudada, quanto à qualidade de bebida do café produzido. Portanto, embora sendo determinante na qualidade de bebida do café, o processamento pós-colheita não faz com que a qualidade melhore, mesmo quando bem sucedido. O que ocorre é a manutenção de uma qualidade que é inerente ao local de origem do café produzido, demonstrando a importância dos fatores pré-colheita que são fontes de variabilidade na lavoura.

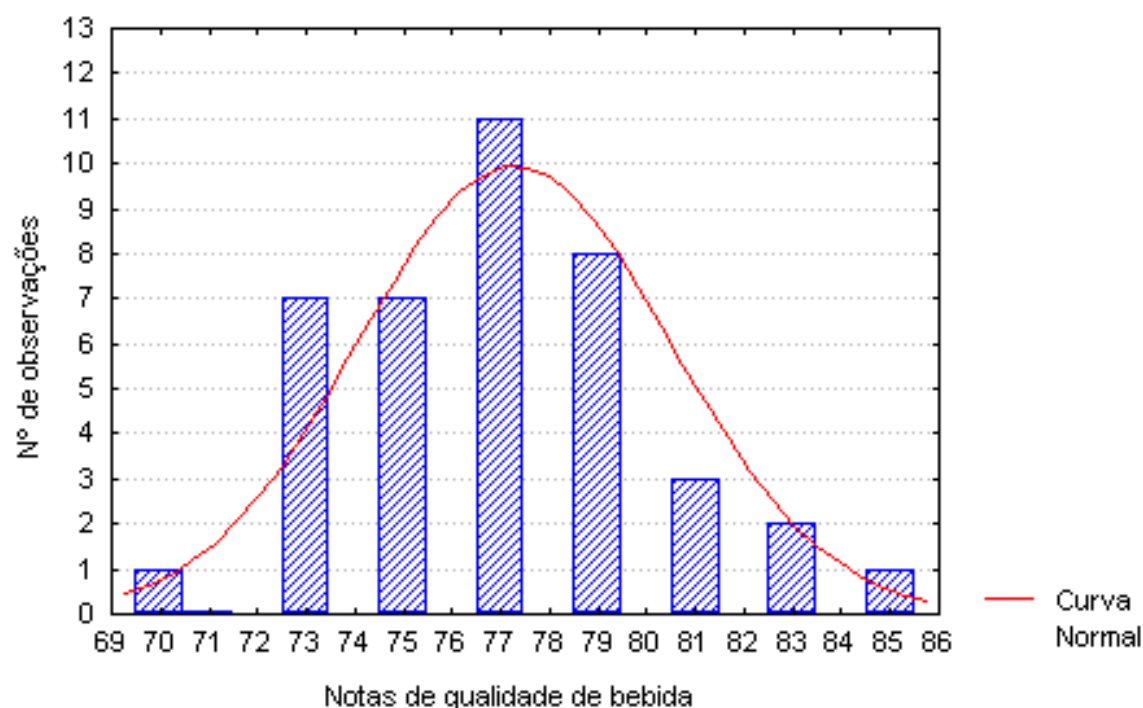


Figura 1. Histograma das notas para qualidade de bebida nos subtalhões estudados na Fazenda Braúna.

A Figura 2 representa o mapa de distribuição espacial das notas obtidas para qualidade de bebida do café cereja. Observa-se que existe, na propriedade, variabilidade espacial da qualidade de bebida do café cereja produzido. Esta variabilidade era esperada, uma vez que a propriedade apresenta características de solo e culturais (variedade, idade, espaçamento, face de exposição) distintas para a maioria dos subtalhões. Segundo Lopes (2000), a influência da composição química dos grãos, determinada por fatores genéticos, ambientais e culturais, bem como os métodos de colheita, processamento e armazenamento são importantes por afetarem, diretamente, a qualidade da bebida do café. A torração e o preparo da bebida modificam a constituição química dos grãos, mas, essas alterações são dependentes da composição original dos mesmos.

A variabilidade espacial da qualidade (Fig. 2) confirma a conclusão de Lopes (2000), pois, os frutos selecionados tinham um padrão homogêneo quanto ao aspecto visual, devido à passagem dos grãos por uma peneira, além da eliminação dos defeituosos. Isto demonstra que existe algum fator variando,

especialmente, na lavoura , o qual provavelmente alterou a constituição química dos grãos, refletindo-se na diferença de qualidade observada entre os subtalhões.

Ainda na Figura 2, observa-se que existem, na propriedade, zonas com tendência para qualidade semelhante. Caso esta tendência venha a se confirmar em estudos futuros, poder-se-ia, então, criar zonas de manejo, que seriam tratadas de maneira diferenciada quanto aos tratos culturais, realizando-se coletas seletivas nessas áreas e processando-se, separadamente, os lotes. Esta análise espaço-temporal da qualidade, poder-se-ia também determinar a erradicação de alguma lavoura que, por ventura, não apresentasse qualidade satisfatória do café.

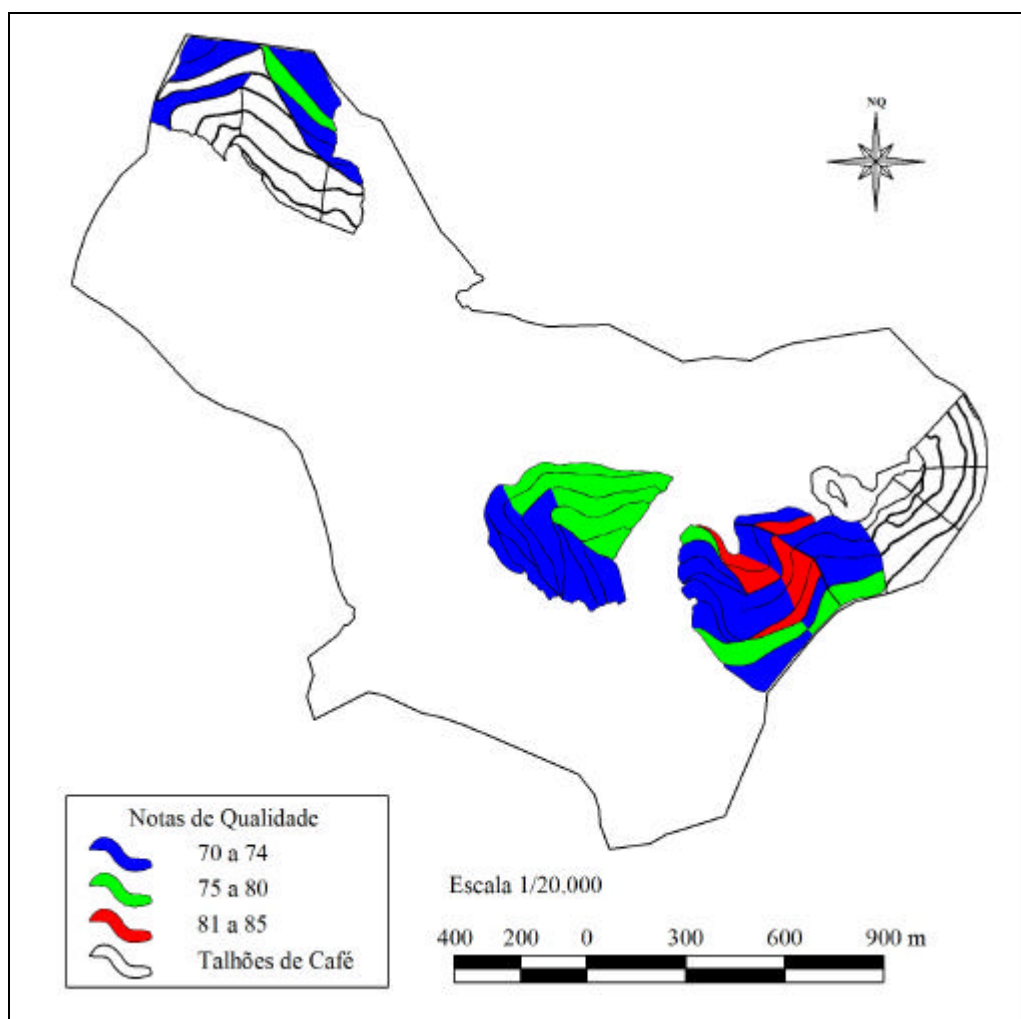


Figura 2. Mapa da distribuição espacial das notas obtidas para a qualidade de bebida do café cereja.

A Tabela 1 apresenta a correlação entre as notas de qualidade de bebida, seus critérios constituintes, o IBNm e os açúcares da polpa dos frutos maduros do café (brix). Verifica-se que houve correlação positiva significativa entre a nota de qualidade de bebida e os critérios relacionados à avaliação da qualidade de bebida (aroma, bebida limpa, doçura, acidez, corpo, sabor, gosto remanescente e balanço). Entretanto, a nota de qualidade de bebida não apresentou correlação significativa com o brix dos frutos e o IBNm. É importante observar que a nota de qualidade apresentou correlação significativa com todos os constituintes de qualidade. Entretanto, nenhum dos critérios constituintes que apresentou correlação significativa com todos os demais. Isto indica que cada um dos constituintes “capta” informação específica para caracterizar a qualidade de uma bebida, ocorrendo, então um efeito conjunto.

Esperava-se que houvesse correlação significativa do brix com a qualidade de bebida ou algum de seus critérios, pois, sabe-se que os açúcares indicam a maturação dos frutos e afetam sua palatabilidade. No entanto, segundo Amorim (1972), em geral os açúcares não parecem afetar a qualidade do café. Entretanto vale ressaltar que os açúcares participam de importantes reações químicas, que ocorrem durante a torração, como reação de Maillard e, ou caramelização, que são responsáveis pela formação da cor, sabor e aroma peculiar da bebida (PEREIRA, 1997).

Embora não tenha apresentado correlação significativa com a nota da qualidade de bebida, o índice de balanço nutricional médio (IBNm) apresentou correlação significativa com os critérios aroma e corpo, indicando efeito indireto do equilíbrio nutricional sobre a qualidade de bebida. A existência desta correlação positiva pode ser explicada, em razão de uma maior demanda nutricional das plantas que produziram frutos cereja com maior potencial de qualidade, uma vez que se registrou a tendência de valores mais altos de IBNm (desequilíbrio nutricional) nas amostras foliares dos subtalhões, que apresentaram maiores notas para os critérios aroma e corpo.

Tabela 1. Correlação entre as notas de qualidade de bebida, seus critérios constituintes (aroma, bebida limpa, doçura, acidez, corpo, sabor, gosto remanescente e balanço), o IBNm e os açúcares da polpa dos frutos do café (brix)

	IBNm	Aroma	B. limpa	Doçura	Acidez	Corpo	Sabor	G. rem.	Balanço	Nota de qualidade	Brix
IBNm	1										
Aroma	0,38 *	1									
B. limpa	-0,09	0,20	1								
Doçura	0,07	0,36 *	0,28	1							
Acidez	0,18	0,40 *	0,39 *	0,51 *	1						
Corpo	0,32 *	0,22	0,03	0,40 *	0,41 *	1					
Sabor	-0,01	0,40 *	0,19	0,70 *	0,43 *	0,47 *	1				
G. rem.	0,08	0,17	0,15	0,68 *	0,41 *	0,45 *	0,54 *	1			
BALANÇO	0,19	0,20	0,26	0,16	0,23	0,37 *	0,13	0,23	1		
Nota de qualidade	0,15	0,44 *	0,45 *	0,69 *	0,49 *	0,40 *	0,51 *	0,57 *	0,43 *	1	
Brix	0,07	0,13	-0,08	-0,03	-0,10	0,25	0,08	-0,04	0,22	-0,03	1

* Correlação significativa ao nível de 5% de significância pelo teste t.

Na Tabela 2, são apresentados os valores médios das notas de qualidade de bebida das amostras de café cereja, em relação ao estado nutricional das plantas de café. Este estado nutricional foi determinado, baseando-se nos índices DRIS dos nutrientes da análise foliar. Determinou-se, estando em equilíbrio nutricional, os elementos com valor de DRIS entre menos sete e sete, sendo que valores acima e abaixo deste intervalo indicam excesso e deficiência nutricional, respectivamente. Os índices DRIS de fósforo e ferro não estão representados na tabela porque todas as suas amostras estão dentro do nível de equilíbrio nutricional. Com exceção dos micronutrientes magnésio (Mg), cobre (Cu) e manganês (Mn), houve tendência a maiores notas de qualidade de bebida nas plantas, que se apresentavam em nível de deficiência nutricional.

A amostragem foliar foi realizada no período final de enchimento dos frutos, ou seja, numa época em que havia um dreno muito forte na planta, favorecendo o desenvolvimento pleno dos frutos. Então, as plantas com maior carga e melhor desenvolvimento dos frutos tenderam a apresentar maior demanda de nutrientes e, conseqüentemente, deficiência nutricional foliar, principalmente para o N e K, que são os nutrientes exigidos em maior quantidade e extremamente móveis nas plantas. O comportamento diferenciado da qualidade para os micronutrientes Mg, Cu e Mn pode ser explicado pelo fato de terem sido aplicados via foliar durante o desenvolvimento dos frutos, o que pode ter feito com que fossem rapidamente absorvidos, incrementando o nível dos mesmos nas folhas e frutos.

Os índices DRIS são fundamentados em padrões de produtividade e não possuem uma correlação direta com a qualidade. Contudo, baseado nos resultados, ressalta-se a importância e necessidade de estudar-se melhor a influência da nutrição sobre a qualidade, principalmente em região de montanha, onde as características de relevo existentes podem criar uma maior diversidade de microclimas na lavoura, em comparação com regiões planas.

Tabela 2. Valores médios das notas de qualidade de bebida das amostras de café cereja para cada classe de suficiência dos índices DRIS calculados

Estado nutricional	Índice DRIS/Notas de qualidade							
	N	K	Ca	Mg	S	Cu	Mn	B
Deficiência	79,8	77,8	77,7	76,8	78,9	76,2	76,9	77,9
Equilíbrio	77,3	75,6	76,8	77,9	77,1	77,7	78,6	76,7
Excesso	73,6	—	—	—	76,3	80,1	—	—

Nas Figuras 3.a, 3.b e 3.c são apresentados os Box & Whisker plots para a qualidade de subtalhões produtivos na fazenda Braúna, de acordo com a face de exposição ao sol, densidade de plantio e idade dos cafeeiros, respectivamente. Na Figura 3.a, observa-se que não houve variações significativas entre as notas obtidas para as faces de exposição dos subtalhões. As médias das notas de qualidade foram próximas e apresentaram desvio padrão alto, mostrando que não existe distinção entre as faces de exposição estudadas. Conclusão similar é válida para comparação das densidades de plantio (Fig. 3.b) e idade das plantas (Fig. 3.c). Esta alta variação nos dados ocorre provavelmente devido à falta de controle local, fazendo com que ocorram a interferência conjunta de diversos fatores na qualidade final de bebida, dificultando, assim, o dimensionamento da influência de cada fator, isoladamente, estudado.

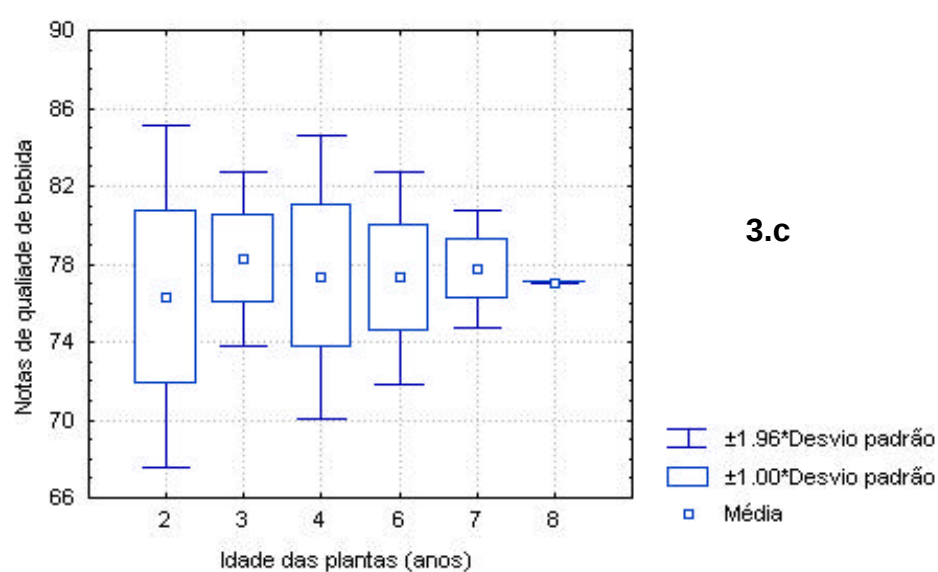
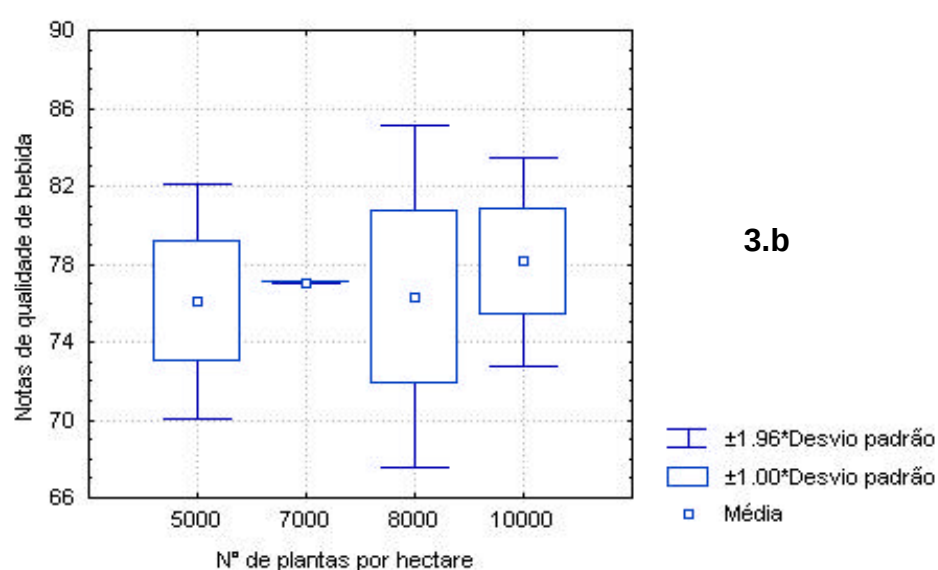
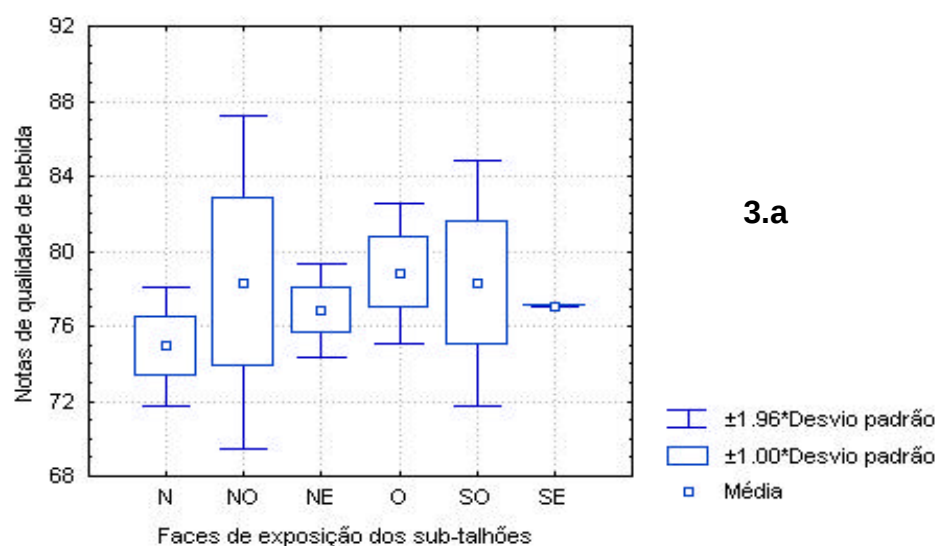


Figura 3. Análise descritiva das notas de qualidade de bebida das amostras de café cereja em relação à face de exposição, densidade de plantio e idade dos cafeeiros.

4. CONCLUSÕES

Com base nos resultados obtidos no presente trabalho, pode-se concluir que:

- Houve variabilidade nas notas de qualidade de bebida entre os subtalhões estudados. As notas que variaram de um mínimo de 70 a um máximo de 85, com média igual a 77 e desvio padrão igual a 3,09.
- Houve correlação significativa entre a classificação de qualidade de bebida e os critérios relacionados à avaliação da qualidade de bebida (aroma, bebida limpa, doçura, acidez, corpo, sabor, gosto remanescente e balanço). Entretanto, a classificação da qualidade de bebida não apresentou correlação significativa com o brix dos frutos e o IBNm.
- Observou-se tendência para maiores notas de qualidade de bebida, nas amostras que se apresentavam em nível de deficiência para o índice DRIS dos macronutrientes, evidenciando, portanto, maior necessidade de demanda dos mesmos.
- Não houve variações significativas quanto às observações, tanto em relação à densidade e idade das plantas quanto às faces de exposição dos subtalhões. As médias obtidas eram próximas e apresentaram desvio padrão alto, não existindo distinção entre as classes estudadas.

5. AGRADECIMENTOS

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e tecnológico (CNPq), pela concessão de bolsa de estudos. À Fundação de Amparo à Pesquisa de Minas Gerais - FAPEMIG e ao Consórcio Brasileiro, pelo patrocínio dos projetos de pesquisa.

6. BIBLIOGRAFIA

ABREU, S. L.; REICHERT, J. M.; SILVA, V. R. Variabilidade Espacial de Propriedades Físico-hídricas do Solo, da Produtividade e da Qualidade de Grãos de Trigo em Argissolo Franco Arenoso sob Plantio Direto. **Cienc. Rural**, mar./abr. 2003, vol.33, no.2, p.275-282. ISSN 0103-8478.

AMORIM, H.V. **Relação entre alguns compostos orgânicos do grão do café verde com a qualidade da bebida**. Piracicaba: ESALQ, 1972. 136p. (Tese - Doutorado em Bioquímica).

ANDRADE, E.A.; **Calagem e Adubação do Café**, Viçosa: Aprenda Fácil Editora, 2001. 128p

ALVAREZ, V. H.; LEITE, R. A. Fundamentos estatísticos das fórmulas usadas para cálculos dos índices dos nutrientes no Sistema Integrado de Diagnose e Recomendação – DRIS. **Boletim Informativo Sociedade Brasileira Ciência do Solo**, v. 24, n. 1, p. 20-24, 1999.

Associação brasileira de cafés especiais – BSCA. **Regras de Competição Nacionais e Internacionais**. Alfenas, [2004]. 5 p.

BALASTREIRE, L A.; AMARAL, J.R.; LEAL, J.C.G; BAIO, F.H.R. **Determinação da Variabilidade Espacial dos Teores de Óleo e Proteína de Grãos de Soja (Glycine Max, [L.] Merrill)**. <http://www.ciagri.usp.br/~leia/ressoajaprot.htm>, acesso em 05 de fevereiro de 2004.

BALASTREIRE, L.A.; AMARAL, J.R.; LEAL, J.C.G.; BAIO, F.H.R. **Precision Agriculture Concepts Applied to Coffee Crops**. 2º Simpósio Internacional de Agricultura de Precisão, Viçosa, MG, 2002 – CD-rom.

CAIXETA, G.Z.T. Gerenciamento da Cafeicultura em Época de Crise. . In: **Tecnologias de Produção de Café com Qualidade**, Zambolim, L. (ed.) Viçosa: UFV, Departamento de Fitopatologia, 2001. p. 1-24.

CONAB, Ministério da Agricultura, pecuária e Abastecimento. **Safra 2003/2004 2ª Estimativa (pré-colheita) junho/2003**. Disponível em: <http://www.conab.gov.br/>, acesso em 13 de fevereiro de 2004.

COSTA, L.; CHAGAS, S. J. R.; Gourmets – Uma Alternativa para o Mercado de Café, In: Qualidade do Café, **Informe Agropecuário**, Belo horizonte, v. 18, n. 187, pag 63-67, 1997.

HURTADO, S.M.C; CARVALHO, L.M.T. FERREIRA, E. Determinação das áreas cafeeiras através da análise multi -Temporal de imagens de satélite, de 1997 e 1999. **Anais XI SBSR**, Belo Horizonte, Brasil, 05-10 abril 2003, INPE, p. 131-135.

JONES, C. A. Proposed modifications of Diagnosis and Recommendation Integrated System (DRIS) for interpreting plant analyses. **Communication in Soil Science and Plant Analyses**, v. 12, p. 785-794. 1981.

LARSCHEID, G.; BLACKMORE, B. S.; MOORE, M.; **Management Decisions Based on Yield Maps**. 1st European Conference on Precision Agriculture. 1997.

LEITE, R. A. et al. Sistema para Cálculo dos Índices DRIS e do Potencial de Resposta à Adubação PRA para o Cafeeiro Arábica para Minas Gerais. **DRIS – PRA Café arábica**, Setor de Agroinformática, Departamento de Fitotecnia, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2004. 1 CD-ROM.

LOPES, L.M.V. **Avaliação da qualidade de grãos crus e torrados de cultivares de cafeeiro (*Coffea arabica* L.)**. Lavras: UFLA, 2000. 87p. (Dissertação - Mestrado em Ciência dos Alimentos).

LUNA FILHO, E. P.; **Cafés do Brasil e Indicações Geográficas**. <http://www.coffeebreak.com.br/i-ocafezal.asp?SE=8&ID=99>, acesso em 05 de fevereiro de 2004.

MELLO, E. V. A Cafeicultura no Brasil. In: **Tecnologias de Produção de Café com Qualidade**, ZAMBOLIM, L. (ed.) Viçosa: UFV, Departamento de Fitopatologia, 2001. p. 1-24.

OLIVEIRA, A.S.C.; **Mapeamento da Variabilidade Espacial da Produção na Cafeicultura de Montanha**. Viçosa: UFV, 2003. 102p. : il. (Tese – mestrado em Engenharia Agrícola, área de concentração: mecanização agrícola).

PAVÃO, F.; LESSA, M. B. Determinação da Produção de café na Região de Atuação da COCAPEC, Através da utilização de Geoprocessamento. 28º Congresso Brasileiro de Pesquisas Cafeeiras. Caxambu-MG, 2002. **Resumos...** p. 125.

PEREIRA, R.G.F.A. **Efeito da inclusão de grãos defeituosos na composição química e na qualidade da café (*Coffea arabica* L.) “estritamente mole”**. Lavras: UFLA, 1997. 96p. (Tese - Doutorado em Ciência dos Alimentos)

PETRACO, M. Enhancement of coffee quality by reduction of mould growth. In: SCUSSEL, V. M. (Ed.) **Atualidades em Micotoxinas e Armazenagem de Grãos**. Florianópolis: Ed. Da Autora, 2000. p. 128-139.

PRETE, C. E. C. **Condutividade Elétrica do Exsudato de Grãos de Café (Coffea arabica L.) e sua Relação com a Qualidade da Bebida**. Piracicaba: ESALQ, 1992. 125p. : il. (Tese - doutorado em Agronomia, área de concentração: Fitotecnia).

TEIXEIRA, S.M.; MILHOMEM, A.V. A Competitividade e Custos da Cafeicultura Brasileira. In: **Tecnologias de Produção de Café com Qualidade**, Zambolim, L. (ed.) Viçosa: UFV, Departamento de Fitopatologia, 2001. p. 25-60.

CONCLUSÃO GERAL

Neste trabalho objetivou-se: identificar a variabilidade espacial da qualidade do café de montanha, colhido no estágio cereja; gerar um mapa temático dos níveis de qualidade obtidos; correlacionar as notas e critérios de qualidade de bebida com o teor de açúcares dos frutos e grãos, nitrogênio e potássio dos grãos e estado nutricional das plantas; e estudar a influência da orientação da face de exposição ao sol dos talhões sobre a qualidade de bebida do café. O trabalho foi desenvolvido durante a safra 2003/4, no Departamento de Engenharia Agrícola da Universidade Federal de Viçosa e na fazenda Braúna. Os resultados obtidos permitiram concluir que:

- A face oeste das plantas, submetida a uma maior exposição ao sol, apresentou maior produção de grãos do que a face leste, indicando que houve influência significativa da face de exposição à luz solar na produção, dentro de uma mesma planta.
- Com exceção para a percentagem de frutos passa, não foram detectadas diferenças significativas entre as médias das classes de maturação das faces leste e oeste de uma mesma planta, para as características relacionadas às demais classes de maturação de frutos e valores brix de grãos cereja.
- Foi detectada diferença significativa na qualidade de bebida entre os grãos colhidos nas duas faces, sendo que grãos colhidos na face oeste produziram bebida com qualidade superior aos grãos colhidos na face leste.
- Houve correlação significativa entre a nota de qualidade de bebida e todos os critérios relacionados (aroma, bebida limpa, doçura, acidez, corpo, sabor, gosto remanescente e balanço). Entretanto, excetuando o teor de potássio dos grãos crus, os critérios relacionados à qualidade de bebida não apresentaram correlação significativa com nenhum outro fator estudado (IBNm, brix dos frutos, nitrogênio e açúcares dos grãos). O teor de potássio

dos grãos crus apresentou correlação significativa com os critérios de qualidade de bebida, excetuando-se os critérios bebida limpa, doçura e sabor.

- O teor de sólidos solúveis (brix) dos frutos de café apesar de não ter correlação significativa direta com a qualidade, apresentou correlação significativa com os critérios de qualidade aroma e balanço.
- Foi detectada diferença significativa nos valores médios do critério índice de balanço nutricional médio (IBNm), entre as orientações das faces de exposição ao sol. Entretanto, para os demais critérios, não foram detectadas diferenças significativas entre as orientações das faces de exposição ao sol.
- Houve variabilidade nas notas de qualidade de bebida entre os subtalhões estudados, que variaram de um mínimo de 70 a um máximo de 85, com uma média de 77 e desvio padrão de 3,09.
- Houve correlação significativa entre a classificação de qualidade de bebida e os critérios relacionados à avaliação da qualidade de bebida (aroma, bebida limpa, doçura, acidez, corpo, sabor, gosto remanescente e balanço). Entretanto, a classificação da qualidade de bebida não apresentou correlação significativa com o brix dos frutos e o IBNm.
- Observou-se uma tendência a maiores notas de qualidade de bebida nas amostras, que se apresentavam em nível de deficiência para o índice DRIS dos macronutrientes, evidenciando-se necessidade de demanda dos mesmos.
- Não houve variações significativas para as observações, tanto em relação à densidade e idade das plantas quanto para as faces de exposição dos subtalhões. As médias foram próximas e apresentaram um desvio padrão alto, não existindo distinção entre as classes estudadas.