

Metodologias alternativas na quantificação do percentual de frutos verdes do cafeeiro

¹ Douglas Goulart Castro, ² Wesley Henrique da Costa, ³ Bruno Manoel Rezende de Melo, ⁴ Sindynara Ferreira, ⁴ Maria Helena Marcílio, ³ Amane Alexandre

¹ Universidade Federal de Lavras, *Campus* Universitário, CEP 37200-000, Lavras, MG, Brasil. E-mail: douglasgoulartcastro@gmail.com

² Capricórnio Coffees, Rua Hugo Luz, 361, Vila Santos Dumont, CEP 19908-120, Ourinhos, SP, Brasil. E-mail: wesleyhenriquecosta@gmail.com

³ Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas Gerais, Rua da Penha, nº 290. Bairro Penha II, CEP 37903-070, Minas Gerais, MG, Brasil. E-mail: bruno.melo@ifsuldeminas.edu.br, amanealexandre@gmail.com

⁴ Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas Gerais, *Campus* Inconfidentes, Praça Tiradentes, 416, Centro. CEP 37576-000, Inconfidentes, MG, Brasil.

E-mails: sindynara.ferreira@ifsuldeminas.edu.br, mariaham1597@gmail.com

Resumo: Determinar o momento correto para realizar a colheita do café é um dos pontos técnicos a serem considerados para produção de cafés especiais. Contudo as metodologias disponíveis muitas vezes não representam o ponto de maturação da lavoura. Assim o objetivo deste trabalho foi avaliar o número ótimo de unidades experimentais e definir metodologia para quantificar o estágio de maturação de frutos do cafeeiro. Foi instalado um experimento no delineamento experimental de blocos casualizados com seis repetições. Os tratamentos foram: T1) coleta de frutos somente das duas rosetas centrais de um ramo plagiotrópico por quadrante; T2) coleta da primeira roseta, as duas rosetas centrais e a última roseta de um ramo plagiotrópico por quadrante; T3) coleta de todos os frutos de um ramo plagiotrópico por quadrante; T4) testemunha, coleta de todos os frutos da planta. Para análise dos dados utilizou-se o método de simulação, consistindo de reamostragens de subamostras, para as quais foram analisadas as médias aritméticas da porcentagem de frutos verdes estimadas a partir de 2 a 24 a unidades experimentais. As metodologias dos tratamentos 2 e 3 não diferiram entre os tratamentos quando comparados à testemunha, contudo o tratamento 3 se mostrou ser o mais viável, pois possibilitou reduzir o volume de café a ser coletado no momento da amostragem. Conclui-se que metodologia do tratamento 3 se torna mais viável para o produtor devendo para isso contabilizar no mínimo 11 unidades experimentais.

Palavras chave: Simulação, Amostragem, Estádio de maturação.

Alternative methodologies to quantify the percentage of unripe coffee fruits

Abstract: Determining the correct time to harvest coffee is one of the technical points to consider for producing specialty coffees. However, the available methodologies often do not represent the point of maturity of the crop. Thus, the objective was to evaluate the optimal number of experimental units and to define methodology to quantify the ripening stage of coffee fruits. An experiment was set up in a randomized complete block design with six replications. The treatments were: T1) fruit collection only from the two central rosettes of a plagiotropic branch per quadrant; T2) collection of the first rosette, the two central rosettes and the last rosette of a plagiotropic branch per quadrant; T3) collection of all fruits of a plagiotropic branch per quadrant; T4) control, collection of all fruits of the plant. For data analysis we used the simulation method, consisting of resamples of subsamples, for which we analyzed the arithmetic means of the percentage of green fruits estimated from 2 to 24 the experimental. units The methodologies of treatments 2 and 3 did not differ between treatments when compared to the control, however treatment 3 proved to be the most viable, as it made it possible to reduce the volume of coffee to be collected at the time of sampling. It is concluded that treatment 3 methodology becomes more viable for the producer, having to count at least 11 experimental units.

Keywords: Simulation, Sampling, Stage of maturation.

Introdução

A produção de cafés especiais é uma demanda do mercado consumidor, conceito este cada vez mais utilizado na esfera comercial da cafeicultura, pois a procura por cafés finos tem aumentado significativamente, influenciando os produtores na busca de aprimoramento e refinamento de seus processos produtivos para atender aos anseios do mercado.

Para que seja possível produzir cafés de qualidade superior, se faz necessário atender diversos cuidados, desde a pré-colheita segundo o Instituto Capixaba de Pesquisa Assistência Técnica e Extensão Rural [INCAPER] (2017) até o processamento do grão na torrefação (Garcia, 2015).

Portanto a realização da colheita de frutos no estágio de maturação adequado é um dos cuidados que o produtor deve ter, uma vez que na plena maturação dos frutos de café é o momento no qual ocorre a maior formação dos açúcares, permitindo que a bebida expresse seu máximo potencial em qualidade (Ensei, 2007).

Contudo há uma dificuldade para a colheita de frutos no momento adequado, pois esta maturação ocorre de maneira desuniforme. Fatores climáticos como temperatura, chuvas, insolação ou fatores fisiológicos como diversas floradas, são alguns pontos que afetam a uniformidade de maturação dos frutos do café (Bongase, 2017), ou seja, a interação do genótipo com o ambiente interfere diretamente afetando um mesmo talhão de maneiras diferentes. Isso resulta numa colheita com vários estádios de maturação, desde frutos verdes até os frutos secos.

Na colheita convencional a quantidade de frutos verdes colhidos sofre variações, diminuindo com o passar do tempo, sendo que estes frutos verdes acarretarão prejuízos no momento da comercialização. Segundo Giomo (2012), a antecipação da colheita do café pode provocar depreciações na bebida e no tipo, sendo que o rendimento final pode atingir perdas de até 20% em função da maior quantidade de frutos verdes. A colheita tardia faz com que o café permaneça mais tempo na planta como no chão, aumentando a quantidade de grãos ardidos.

Para tanto amostrar e quantificar de maneira exata a maturação do cafeeiro é uma alternativa que possibilita os produtores planejarem o momento da colheita. Contudo ainda há uma dificuldade metodológica para

determinar esta maturação, além do aspecto operacional uma vez que a amostragem atualmente recomendada indica a colheita de 4 plantas por interior resultando numa grande quantidade de frutos e mão de obra.

Segundo Banzatto e Kronka (2006) a amostragem nada mais é do que uma parte representativa da população. O autor afirma que quando a amostragem não é bem quantificada a precisão pode ser reduzida, não sendo, portanto, suficiente para representar o objeto de estudo.

Neste processo, quanto maior for o tamanho da amostra, menor será o erro amostral, porém fatores como facilidade da identificação da unidade experimental (UE), facilidade de mensuração da característica, custo e precisão experimental devem ser levados em consideração (Gomes & Gomes, 1984), pois na maioria das vezes, esse maior número de amostras acarreta maior custo com o processo amostral.

Na literatura verifica-se que são poucas as metodologias para quantificar o estágio de maturação do cafeeiro, dentre elas destaca-se a de Mesquita (2016) que recomenda a amostragem para café no qual são coletados todos os frutos de quatro plantas representativas da lavoura para determinar o estágio de maturação. Após a coleta de todos os frutos é retirada uma amostra de um litro de café separando os estádios de maturação.

Tendo em vista as escassas informações sobre amostragem de frutos do cafeeiro, o trabalho tem como objetivo avaliar o número ótimo de unidades experimentais e definir uma metodologia para quantificar o estágio de maturação de frutos do cafeeiro.

Material e métodos

O experimento foi realizado no sítio Topo Verde, bairro Porantava da zona rural do município de Inconfidentes/MG, situado a 22° 20' 44, 85" S, 46° 16' 54, 78" W, a uma altitude de 1100 m. O clima é classificado segundo Köppen e Geiger como Cwb, com chuvas no verão, com temperatura média do ar nos meses mais quentes oscilando entre 10 e 22 °C. A temperatura média é de 19,3 °C e a pluviosidade média anual é de 1500 mm (Climate-Data, 2018).

A colheita foi realizada durante os dias 05, 06 e 07 de julho de 2018, nove meses após a florada principal, das três floradas que ocorreram no dia 12 outubro de 2017. Foram colhidos e

analisados dois blocos por dia.

A lavoura de café ocupa uma área de 0,5 hectare em um latossolo vermelho distrófico e é constituída por 2.500 plantas da cultivar Catucaí 2 SL, plantadas no espaçamento de 2,8 x 0,7 metros. Com oito anos de idade, a produtividade média é de 55 sacas/hectare, sendo que as plantas ainda não foram submetidas a nenhum tipo de poda. A plantação encontra-se com a face de exposição voltada ao norte.

Delineamento experimental e tratamentos utilizados

O delineamento experimental foi em blocos casualizados, com quatro tratamentos, seis repetições e 4 unidades experimentais (UE) em cada bloco. Cada unidade experimental era composta por três plantas as quais receberam os quatro tratamentos. Os tratamentos foram: T1) coleta de frutos somente das duas rosetas centrais de um ramo plagiotrópico por quadrante, nos terços superior, médio e inferior nos quatro quadrantes da planta; T2) coleta de frutos da primeira roseta, as duas rosetas centrais e a última roseta de um ramo plagiotrópico por quadrante, nos terços superior, médio e inferior nos quatro quadrantes da planta; T3) coleta de todos os frutos de um ramo plagiotrópico por quadrante, nos terços superior, médio e inferior nos quatro quadrantes da planta; T4) testemunha, coleta de todos os frutos da planta.

Coleta de frutos

As coletas ocorreram sempre nos mesmos ramos para todos os tratamentos. A ordem de coleta sempre foi T1, T2, T3 e T4, ocorrendo reposição dos frutos colhidos nos tratamentos 1 e 2 para compor os tratamentos 3 e 4. Esse procedimento foi realizado para as quatro UE, a partir da qual obteve-se a média para cada tratamento para cada bloco. Após a realização da coleta os frutos de cada tratamento foram homogeneizados manualmente, em seguida foi retirada uma amostra de um litro, na sequência procedeu-se a contagem de frutos verdes, maduros, passas e secos.

Durante a execução da coleta de todos os tratamentos o solo sob as plantas foi mantido forrado por um pano de colheita comum. Os tratamentos 1, 2 e 3 foram coletados com o auxílio de uma peneira, a fim de tornar mais rápida a posterior separação dos frutos. O tratamento 4 foi colhido diretamente sobre o pano. Não foi realizada a abanação dos frutos coletados em nenhum dos tratamentos, sendo as folhas retiradas manualmente.

Análise dos dados

Os resultados das quantidades de frutos verdes, cerejas, passas e secos foram submetidos à análise de variância e as médias foram agrupadas pelo teste de Tukey à 5% de probabilidade.

Para a determinação do número mínimo de UE utilizou-se metodologia conforme descrita por Silva, Rêgo e Cecon (2011), considerando os valores de frutos verdes. Utilizou-se o método de simulação, consistindo em reamostragens de subamostras, para as quais foram analisadas as médias aritméticas da porcentagem de frutos verdes estimadas a partir de 2 a 24 a UE.

Analisou-se os tamanhos das amostras variando de 2 a 24 UE, com 50 sorteios para cada tamanho, simulado em um processo de amostragem com reposição de dados. Exemplificando, para se obter estimativa das médias da amostra de quatro UE, o software realizou 50 sorteios consecutivos de quatro UE da amostra original de 24 UE e fez as estimativas da porcentagem de verdes a partir dos 50 valores obtidos.

As estimativas de médias para cada tamanho da amostra analisado foram plotadas em gráfico para análise e visualização da estabilização de cada estimativa de acordo com o número de UE de cada subamostras simulada para cada tratamento, o que ocorre quando o tamanho das subamostras passa a representar adequadamente a amostra de referência. Considerou-se que a amostra de tamanho reduzido representou a amostra de referência quando não houve nenhum valor simulado fora do intervalo de confiança (IC 95%) para esta amostra, com probabilidade de 95%. Para a estimação do número mínimo de UE, iniciou-se com subamostras de duas UE, com incremento de uma UE de uma análise para a outra. O número de UE foi sucessivamente aumentado até se atingir o total de 24.

As simulações e a análise de variância foram realizadas utilizando-se o programa GENES (Cruz, 2013).

Resultados e discussão

A análise estatística referente aos frutos passas e secos não diferiram entre os tratamentos (Tabela 1), demonstrando que o uso de qualquer uma das metodologias apresenta o mesmo resultado do método convencional,

devendo-se optar por aquele que proporcione

otimização dos recursos utilizados

Tabela 1- Média dos tratamentos para respectivos estádios de maturação. IFSULDEMINAS – Campus Inconfidentes. Inconfidentes/MG, 2018.

	Trat 1	Trat 2	Trat 3	Trat 4	CV %
Verdes	36,04 a	39,86 ab	38,51 ab	41,02 b	7,40
Maduros	46,66 a	45,04 a	43,52 ab	39,64 b	6,17
Passas	13,11 a	13,05 a	15,24 a	15,25 a	20,23
Secos	4,18 a	3,49 a	3,42 a	3,57 a	20,61
Desvio padrão %	19,90	20,06	20,09	19,42	

*Médias seguidas por letras iguais nas linhas não diferem entre si pelo teste de tukey, a 1% de probabilidade.

Fonte: Do autor, 2018.

Somente para determinação dos frutos verdes e maduros que demonstrou diferença para os tratamentos, sendo que para os frutos verdes a utilização do tratamento 2 e 3 são igualmente eficientes ao tratamento 4. Para os frutos maduros somente o tratamento 3 retrata fielmente o estágio de maturação quando comparado ao tratamento 4, contudo isso não interfere nos resultados, pois no momento da tomada de decisão para o início da colheita são levados em conta os índices de frutos verdes e estes frutos foram quantificados com êxito, pois segundo Pimentel-Gomes (2009) escores de coeficiente de variação, inferiores a 10% são almejados pois conferem elevada precisão experimental.

As metodologias aqui estudadas se mostraram como alternativas mais viáveis quando comparadas com as de Donzeles (2012), Santinato et al. (2015) e Mesquita (2016) pois propiciaram uma enorme redução do volume de frutos colhidos para a amostragem, uma vez que

não se colhe a planta por completo para posterior análise, coletando-se apenas frutos de pontos específicos da planta. Isso resulta em uma maior economia de tempo, mão-de-obra, reduzindo consequentemente os custos.

Esta técnica também proporciona ao produtor ter acesso a uma metodologia mais fácil e de maior empregabilidade, podendo assim, por consequência reduzir a colheita de frutos no estágio verde, refletindo direta e indiretamente no gerenciamento da colheita e pós-colheita dos grãos.

Desta forma, o produtor poderá empregar a metodologia que melhor atender a sua necessidade, pois os tratamentos 2 e 3 para os frutos verdes refletem o mesmo resultado durante a amostragem da planta do tratamento 4. Contudo o produtor deve levar em consideração a dificuldade para a realização das coletas, por mais que as metodologias sugeridas sejam mais fáceis de serem realizadas quando comparadas

com a convencional, ainda existem pontos que exigem certa atenção.

Uma dificuldade apontada é que, devido à grande densidade de frutos nas rosetas e de rosetas por ramo, pode ser dificultada a coleta da primeira roseta próxima ao ramo ortotrópico, a qual deve ser realizada com cuidado visando não derrubar os frutos de outras rosetas ou até mesmo derrubar para fora os frutos da roseta de interesse.

Analisando estas dificuldades, o tratamento 3 foi colocado como mais fácil de ser realizado pois o fato da coleta ser em todos os frutos do ramo de uma única vez, demanda menor cuidado sendo realizado com maior praticidade quando comparado com o tratamento 2.

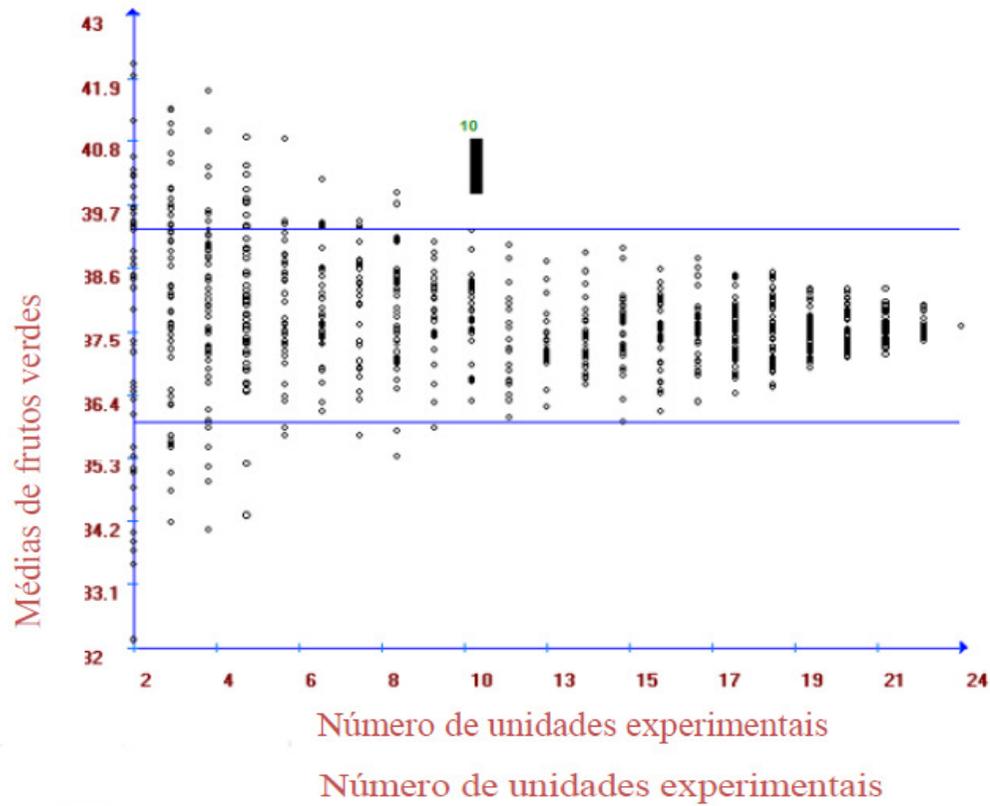
Na quantificação do número de unidades experimentais a serem amostradas, utilizando o método de simulação, analisando apenas frutos verdes, foi possível observar que para aplicar a metodologia do tratamento 2, faz-se necessário coletar 10 UE (Figura 1), pois a coleta de 11 ou 24 UE são significativamente iguais dentro o intervalo confiança (IC) de 95%. Para as metodologias dos tratamentos 3 e 4 serão necessárias a coleta de 11 UE (Figuras 2 e 3). Assim a quantidade de UE a serem analisadas no momento da amostragem dos frutos verdes pode variar de 10 a 11, dependendo dos tratamentos a serem utilizados.

Estes números de UE são superiores aos indicados por Donzeles (2012), Santinato et al. (2015) e Mesquita (2016), os quais recomendaram 4 plantas, demonstrando que existe a necessidade de estudos mais aprofundados, visto que as 4 plantas provavelmente não representam todas as áreas e cultivares existentes.

Corroborando com o presente trabalho Morais (2013), com o objetivo de estimar o tamanho da parcela para avaliar a produtividade de grãos de café arábica, concluiu que 13 UE seriam ideais, uma vez que este valor se mostrou confiável para avaliação dos fatores relevantes. O autor ressaltou ainda, a importância de se dimensionar corretamente o número de UE, pois uma vez que a amostragem é realizada em uma pequena quantidade de UE, aumenta-se a probabilidade de erros, visto que desta maneira, a amostra não representará a população.

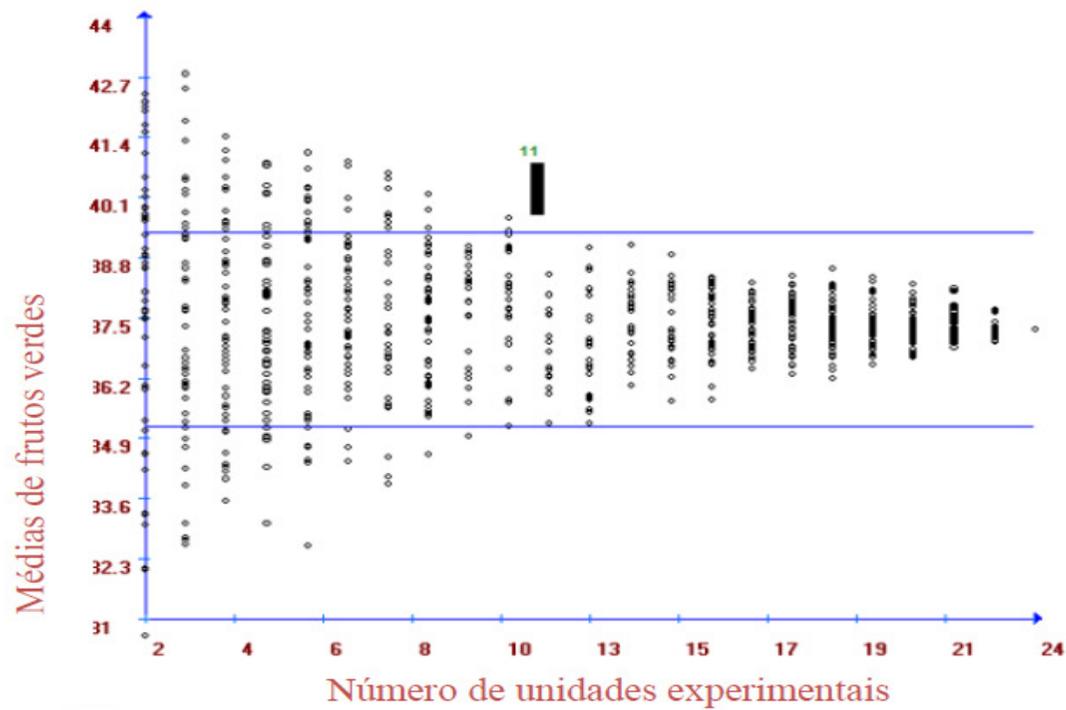
Silva, Rêgo e Cecon (2011) ao estudarem o tamanho de amostra para caracterização morfológica de frutos de pimenteira, utilizando a mesma metodologia empregada neste estudo, puderam concluir que foi possível reduzir de 30 para 16 o número de frutos de pimentas amostrados, mantendo a exatidão da metodologia padrão.

Figura 1 - Número mínimo de unidades experimentais dentro do tratamento 2, para estimativas da porcentagem média de frutos de verdes. IFSULDEMINAS - Campus Inconfidentes. Inconfidentes/MG, 2018.



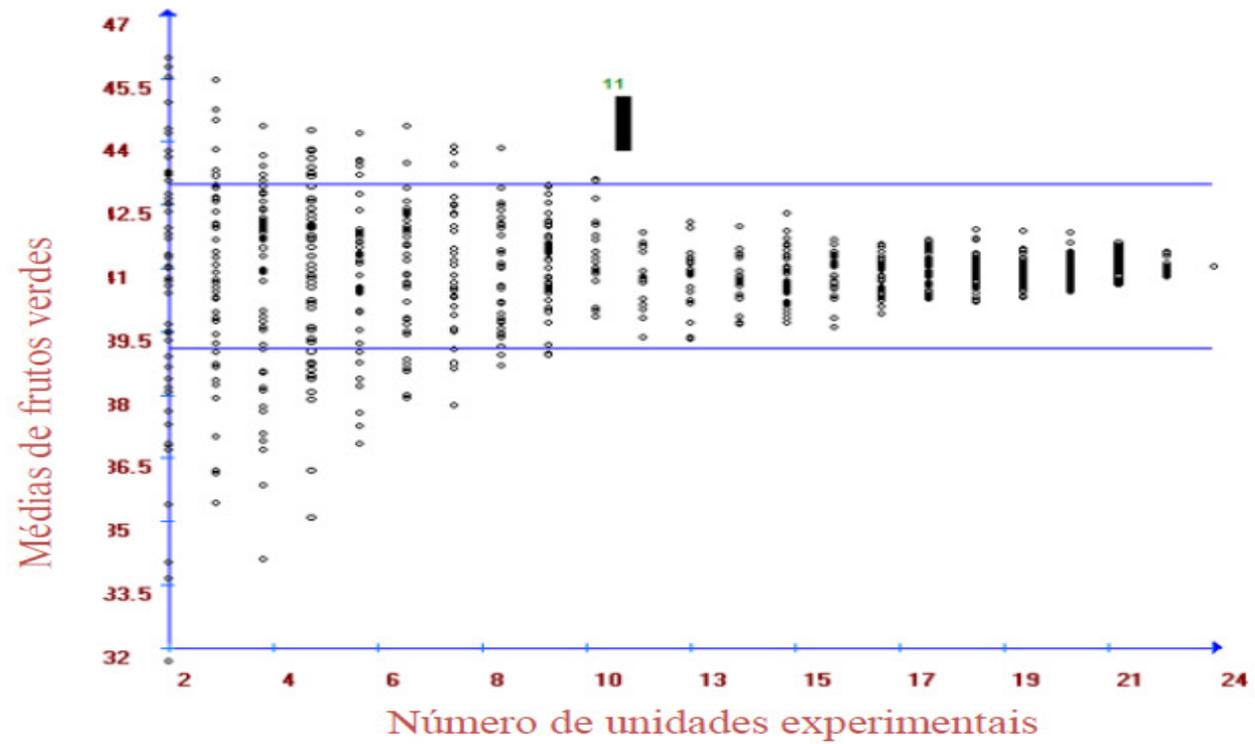
Fonte: Do Autor, 2018

Figura 2 - Número mínimo de unidades experimentais dentro do tratamento 3, para estimativas da porcentagem média de frutos de verdes. IFSULDEMINAS – *Campus Inconfidentes*. Inconfidentes/MG, 2018.



Fonte: Do Autor, 2018

Figura 3 - Número mínimo de unidades experimentais dentro do tratamento 4, para estimativas da porcentagem média de frutos de verdes. IFSULDEMINAS Campus Inconfidentes. Inconfidentes/MG, 2018.



Fonte: Do Autor, 2018.

Conclusão

Conclui-se que metodologia do tratamento 3 se torna mais viável para o produtor devendo para isso contabilizar no mínimo 11 unidades experimentais.

Referências

- Banzatto, D. A., & Kronka, S. N. (2006). *Experimentação agrícola*. Jaboticabal: FUNEP.
- Bongase, E.D. (2017) Impacts of climate change on global coffee production industry: *Review. African Journal of Agricultural Research*, 12(19), 1607-1611. DOI: 10.5897/AJAR2017.12147
- Climate-Data (2018). *Clima: Inconfidentes*. Recuperado em 29 maio, 2018, de <https://pt.climate-data.org/location/176515/>.
- Cruz, C.D. (2013). Genes: a software package for analysis in experimental statistics and quantitative genetics. *Acta Scientiarum*. 35 (3), 271-276.
- Donzeles, S. M. L. (2012). Café: uma boa pós-colheita é segredo da qualidade. *A Lavoura*, Rio de Janeiro. 688 (115), 20-21. Recuperado em 28 outubro, 2018, de https://issuu.com/sociedadenedacionaldeagricultura/docs/a_lavoura_688.
- Ensei Neto. (2007). *A colheita e as cores da qualidade*. Recuperado em 13 fevereiro, 2018, de <https://www.cafepoint.com.br/noticias/mercado/a-colheita-e-as-cores-da-qualidade-36432n.aspx?r=1636722361>.
- Garcia, A. A. L. A. (2015). *Produção de cafés especiais: recomendações técnicas* (115p). Varginha: Fundação Procafé.
- Giomo, G. S. (2012). Café: Uma boa pós-colheita e segredo da qualidade. *A Lavoura*, 688 (115), 12-20. Recuperado de <https://alavoura.com.br/biblioteca/cafe-uma-boa-pos-colheita-e-segredo-da-qualidade/>
- Gomes, K. A., & Gomes, A. A. (1984). *Statistical procedures for agricultural research* (689). New York: J. Wiley.
- Instituto Capixaba de Pesquisa Assistência Técnica e Extensão Rural (2017). *Recomendações para a Produção de Cafés Especiais: Orientação do Incaper*. *Revista cafeicultura*, Espírito Santo. Recuperado em 22 janeiro 2018 de <http://revistacafeicultura.com.br/?mat=64748>
- Mesquita, C. M. et al. (2016). *Manual do café: colheita e preparo (Coffea arábica L.)* (52p.). Belo Horizonte: EMATER-MG.
- Morais, B. F. X. (2013). *Tamanho de parcela e de amostra na avaliação da produtividade de grãos de café arábica* (98 f). Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG, Brasil.
- Pimentel-Gomes, F. (2009). *Curso de estatística experimental* (451p). Piracicaba: FEALQ.
- Santinato, F., et al. (2015). Estudo da metodologia de avaliação de estádio de maturação dos frutos do cafeeiro com base na sua variabilidade espacial. *Anais do Congresso Brasileiro de Pesquisas Cafeeiras*. Poços de Caldas, MG, Brasil. Recuperado de <http://www.sbicafe.ufv.br:80/handle/123456789/7369>
- Silva, A. R., Rêgo, E. R., & Cecon, P. R. (2011). Tamanho de amostra para caracterização morfológica de frutos de pimenteira. *Horticultura Brasileira*, Brasília, 29 (1), 125-129.

Aceito em: 28/01/2023
Publicado em: 15/02/2023