

UNIVERSIDADE DO ESTADO DE MATO GROSSO
CAMPUS UNIVERSITÁRIO DE CÁCERES JANE VANINI
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E BIOLÓGICAS - FACAB
CURSO DE AGRONOMIA

TAYARA ALEXANDRA MENDES GATTASS

ESTUDO DA VARIABILIDADE ESPACIAL DOS ESTÁDIOS
DE MATURAÇÃO DOS FRUTOS DO CAFEIEIRO

CÁCERES - MT
2016

TAYARA ALEXANDRA MENDES GATTASS

**ESTUDO DA VARIABILIDADE ESPACIAL DOS ESTÁDIOS DE MATURAÇÃO
DOS FRUTOS DO CAFEIEIRO**

Monografia apresentada como requisito obrigatório para obtenção do título de Engenheira Agrônoma a Universidade do Estado de Mato Grosso – Campus Cáceres.

Orientador

Prof. Dr. Eder Pedroza Isquierdo

Coorientadora

Prof^a. Dra. Daniela Soares Alves Caldeira

**CÁCERES - MT
2016**

TAYARA ALEXANDRA MENDES GATTASS

**ESTUDO DA VARIABILIDADE ESPACIAL DOS ESTÁDIOS DE MATURAÇÃO
DOS FRUTOS DO CAFEIEIRO**

Esta monografia foi julgada e aprovada como requisito para obtenção do Diploma de Engenharia Agrônoma no Curso de Agronomia da Universidade do Estado de Mato Grosso – UNEMAT

Cáceres, 31 de Agosto de 2016

BANCA EXAMINADORA

Prof^ª. Msc. Marcella Karoline Cardoso Vilarinho - (UNEMAT)

Prof^ª. Dra. Daniela Soares Alves Caldeira / Coorientadora - (UNEMAT)

Prof. Dr. Eder Pedroza Isquierdo - (UNEMAT)

Orientador

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente à Deus, por me permitir esse grandioso momento, me mantendo firme diante de todas as dificuldades.

À Universidade do Estado de Mato Grosso, por me possibilitar a realização de um sonho.

Ao meu Orientador, Dr. Eder Pedroza Isquierdo, pela paciência, confiança e dedicação.

À professora Ma. Marcella Vilarinho, por dispor um pouco do seu tempo para compor minha banca, e por me ajudar nas dúvidas cruéis em torno dos meus estudos.

À professora Dr^a Daniela Caldeira, por me ensinar a gostar tanto de café, por me inspirar como profissional, pessoa e mulher.

Ao Felipe Santinato, Rouverson Pereira e Paulo César Lima pela contribuição para a realização desse trabalho.

À minha mãe Tânia Mendes e minha avó Maria Ereira, às minhas irmãs Tayza Mendes, Tayla Mendes e Tayná Mendes, à minha tia Alcioneide Lima pelo amor, apoio e carinho, muito obrigada pelos ensinamentos e por sempre estarem ao meu lado.

À minha namorada Patrícia Ferreira, por estar sempre ao meu lado, nos momentos bons e ruins. Me passando segurança, me dando apoio, amor, carinho, companheirismo e compreensão.

Aos meus amigos Mariana Silva, Karolina Motta, Thiara Bruna, Thaisa Coutinho, Kenia Alves, Alessandra Santana, Cleonice Santana, Kamila Christie, Leticia Rebello, Jéssica Roberta, Jeferson Gonçalves, Guilherme Siqueira, Tamires Machado, Mileide Lima, Emanuelle Evellin, Keyla Ribeiro, Jéssica Leal, Newton Gomes, Karine Moraes, pelo companheirismo, amizade, sinceridade, pela caronas pra faculdade, por estarem presentes durante essa trajetória da minha vida.

RESUMO

As plantas de café florescem em fluxos diferentes, resultando na desuniformidade da maturação dos frutos do cafeeiro. Essa variabilidade ocorre devido ao plantio irregular; por mudas de café mal formadas, por diferenças quanto ao lado de exposição do sol, quanto ao terço da planta, entre outros. A mecanização da colheita é uma alternativa que reduz o custo do processo produtivo, porém ainda possui uma dependência de mão de obra, principalmente durante a colheita, isso ocorre devido a carga pendente dos cafeeiros, necessitando da realização do repasse. A agricultura de precisão vem como uma importante ferramenta na identificação da existência de variabilidade espacial ou temporal e, caso exista variabilidade, define as zonas de manejo, possibilitando um tratamento diferenciado de cada zona, de acordo com suas necessidades. Neste trabalho, objetivou-se estudar a variabilidade espacial dos estádios de maturação dos frutos do café em cada terço da planta separadamente e compará-los com a planta inteira. Diante disso instalou-se o experimento em uma área equivalente a 49 ha, com um grid de 0,25 ha, totalizando 196 pontos, georreferenciados na Fazenda Catuaí, com coordenadas de 18°17' 25,48"S e 46°33' 27,87"W, no município de Presidente Olegário MG. Em cada ponto, avaliou-se separadamente o estágio de maturação dos frutos nos terços superior, médio e inferior e comparou-se os dados com a avaliação da planta inteira. Os dados foram submetidos a análise de variância e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. O modelo de carta de controle selecionado foi Individual de Amplitude Móvel (I-MR: Individual – Moving Range). Observou-se diferenças entre os métodos de avaliação, as quais evidenciam a necessidade de proceder tal avaliação em terços individuais, pois mostram a real situação da maturação dos frutos, notadamente o terço superior apresentou maior quantidade de frutos no estágio seco, sujeitos à se desprenderem e contribuírem para o aumento da perda do café. Concluiu-se, que a avaliação de estágio de maturação dos frutos, realizada separadamente em terço superior, médio e inferior é mais criteriosa e eficiente, apresenta-se como uma ferramenta com elevado potencial para uso em sistemas de Agricultura de Precisão. Em média, os frutos do estágio de maturação seco encontram-se em maior porcentagem no terço superior do cafeeiro, enquanto os frutos verdes encontram-se em maior percentual no terço inferior da planta. Já os frutos maduros são encontrados em maior proporção no terços médio e inferior.

Palavras-chave: Colheita mecanizada. Terços. Carta de controle. Agricultura de precisão

SUMÁRIO

ARTIGO

RESUMO.....	6
ABSTRACT.....	7
1. INTRODUÇÃO.....	8
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	9
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	13
4. CONCLUSÃO.....	21
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	22

Estudo da variabilidade espacial dos estádios de maturação dos frutos do cafeeiro

Preparado de acordo com as normas da Revista Coffee Science - Versão preliminar

RESUMO

Neste trabalho, objetivou-se estudar a variabilidade espacial dos estádios de maturação dos frutos do café em cada terço da planta separadamente e compará-los com a planta inteira. Diante disso instalou-se o experimento em uma área equivalente a 49 ha, com um grid de 0,25 ha, totalizando 196 pontos, georreferenciados na Fazenda Catuaí, com coordenadas de 18°17'25,48"S e 46°33'27,87"W, no município de Presidente Olegário MG. Em cada ponto, avaliou-se separadamente o estágio de maturação dos frutos nos terços superior, médio e inferior e comparou-se os dados com a avaliação da planta inteira. Os dados foram submetidos a análise de variância e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. O modelo de carta de controle selecionado foi Individual de Amplitude Móvel (I-MR: Individual – Moving Range). Observou-se diferenças entre os métodos de avaliação, as quais evidenciam a necessidade de proceder tal avaliação em terços individuais, pois mostram a real situação da maturação dos frutos, notadamente o terço superior apresentou maior quantidade de frutos no estágio seco, sujeitos à se desprenderem e contribuírem para o aumento da perda do café. Concluiu-se, que a avaliação de estágio de maturação dos frutos, realizada separadamente em terço superior, médio e inferior é mais criteriosa e eficiente, apresenta-se como uma ferramenta com elevado potencial para uso em sistemas de Agricultura de Precisão. Em média, os frutos secos, encontram-se em maior porcentagem no terço superior do cafeeiro, os frutos verdes no terço inferior e os frutos maduros em maior proporção no terços médio e inferior.

Termos para indexação: Colheita mecanizada. Terços. Carta de controle. Agricultura de precisão

ABSTRACT

This work aimed to study the spatial variability of the maturation stages of the coffee fruit in each third of the plant separately and compare them with the whole plant. Given this settled the experiment in an area equivalent to 49 ha, with a grid of 0.25 ha , totaling 196 points, georeferenced in Farm Catuaí, with coordinates $18^{\circ} 17' 25.48''$ S and $46^{\circ} 33' 27.87''$ W , in the municipality of Presidente Olegario MG. At each point, was evaluated separately the fruit maturation stage in the upper, middle and lower and compared the data with the evaluation of the whole plant. Data were subjected to analysis of variance and the means were compared by Tukey test at 5 % probability. The selected control chart model was Single Mobile Amplitude (I- MR: Individual - Moving Range). Observed differences between the methods of evaluation, which demonstrate the need for such an assessment in individual rosaries, they show the real situation of fruit ripening, especially the upper third had higher amounts of fruits in the dry stage, subject to breaks off and to contribute to the increase in coffee loss. It was concluded that the assessment of fruit maturity stage, held separately in upper, middle and lower is more careful and efficient, presents itself as a high potential with tool for use in precision agriculture systems. On average, dry fruits, are in higher percentage in the upper third of the coffee, the green fruit in the lower third and the ripe fruit in greater proportion in the middle and lower thirds.

Index terms: Mechanized harvest. Thirds. Control chart. Precision agriculture

INTRODUÇÃO

A colheita manual no Brasil, representa, em média, 25 a 35% do custo de produção. (SANTINATO et al., 2008). O repasse manual, comumente encarece o processo de produção (LANNA; REIS, 2012), sendo o custo do café de chão colhido manualmente que compõe grande parte do custo total, superando muitas vezes o próprio custo da operação da colheita mecanizada (SANTINATO et al., 2015a), que por sua vez, apresenta uma economia 50% maior em comparação a colheita manual, tornando-a portanto, uma alternativa à redução do custo do processo produtivo (SILVA et al., 2003; OLIVEIRA et al., 2007). Ainda verifica-se uma dependência da mão de obra, sobretudo durante a colheita. Isso ocorre, devido a colheita mecanizada não ser capaz de derriçar toda a carga presente nas plantas, necessitando de repasse manual (LANNA; REIS, 2012).

A substituição do repasse manual pela utilização de repetidas operações da colhedora, mostra-se eficiente, dependendo da carga de café nas plantas (SANTINATO et al., 2014a) e do estágio de maturação dos frutos (SILVA et. al., 2010a).

As plantas de café florescem em fluxos diferentes, resultando em diversidade na maturação. As lavouras de café apresentam plantas com alta produtividade ao lado de plantas com baixa produtividade (CARVALHO et al., 2004). Essa variabilidade no cafeeiro pode ocorrer devido ao plantio irregular em solos mal preparados ou em solos muito úmidos; por mudas de café mal formadas; por funcionários despreparados (MATIELLO et al., 2010); por diferenças quanto ao lado de exposição do sol e quanto ao terço da planta (SANTINATO; FERNANDES, 2002); pode ser ocasionada também por plantas com grande enfolhamento, comumente em lavouras mais velhas e pelo direcionamento do plantio, onde os locais com maior incidência e frequência de sol, tem o processo de amadurecimento mais acelerado (SANTINATO et al., 2014b). Por isso, é importante efetuar a colheita no momento em que a maioria dos frutos se encontrarem no ponto ideal de maturação (DONZELES, 2008).

Diante disso, a agricultura de precisão apresenta-se como um conjunto de tecnologias capaz de auxiliar o produtor rural a identificar as estratégias a serem adotadas para aumentar a eficiência no gerenciamento da agricultura, maximizando a rentabilidade das colheitas (SILVA et al. 2008, CARVALHO et al. 2009, ALVES et al. 2009).

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, podendo ser uma importante ferramenta na tomada de decisão (ALVES, 2005).

Já o controle estatístico de processo (CEP) é uma técnica estatística para o controle da qualidade em operações agrícolas mecanizadas, empregadas em várias culturas, obtendo resultados promissores, uma vez que o controle das operações agrícolas permite a diminuição na variabilidade, obtendo-se resultados mais próximos aos aceitáveis (BARROS; MILAN, 2010).

Neste trabalho, objetivou-se estudar a variabilidade espacial dos estádios de maturação dos frutos do café em cada terço da planta separadamente e compará-los com a planta inteira.

MATERIAL E MÉTODOS

Realizou-se o presente estudo no Município de Presidente Olegário, MG, na Fazenda Catuaí, com as coordenadas de 18°17' 25,48"S e 46°33' 27,87"W. A Fazenda possui plantio comercial de 1100 ha de café, com o predomínio de plantios em Pivô circular.

A área experimental utilizada foi equivalente a 50% de um pivô central, correspondendo à 49 ha. A Cultivar cultivada na área é a Catuaí Vermelho IAC 144, plantada em 1998, espaçada

em 4,0 m ente linha e 0,5 m entre plantas, totalizando 5.000 plantas ha⁻¹ (Figura 1). Os tratos culturais, nutricionais e fitossanitários seguem os indicados pelo MAPA/Procafé para a região (MATIELLO et al., 2010).

A área experimental foi demarcada utilizando GPS da marca Garmin ETREX 10, circundando toda a localidade por caminhamento. Após a demarcação da área selecionou-se o grid de 0,25 ha, ou seja um ponto a cada 0,25 ha (quatro pontos por hectare), utilizando o software Arc-Gis, de forma que a área totalizou 196 pontos (Figura 1).

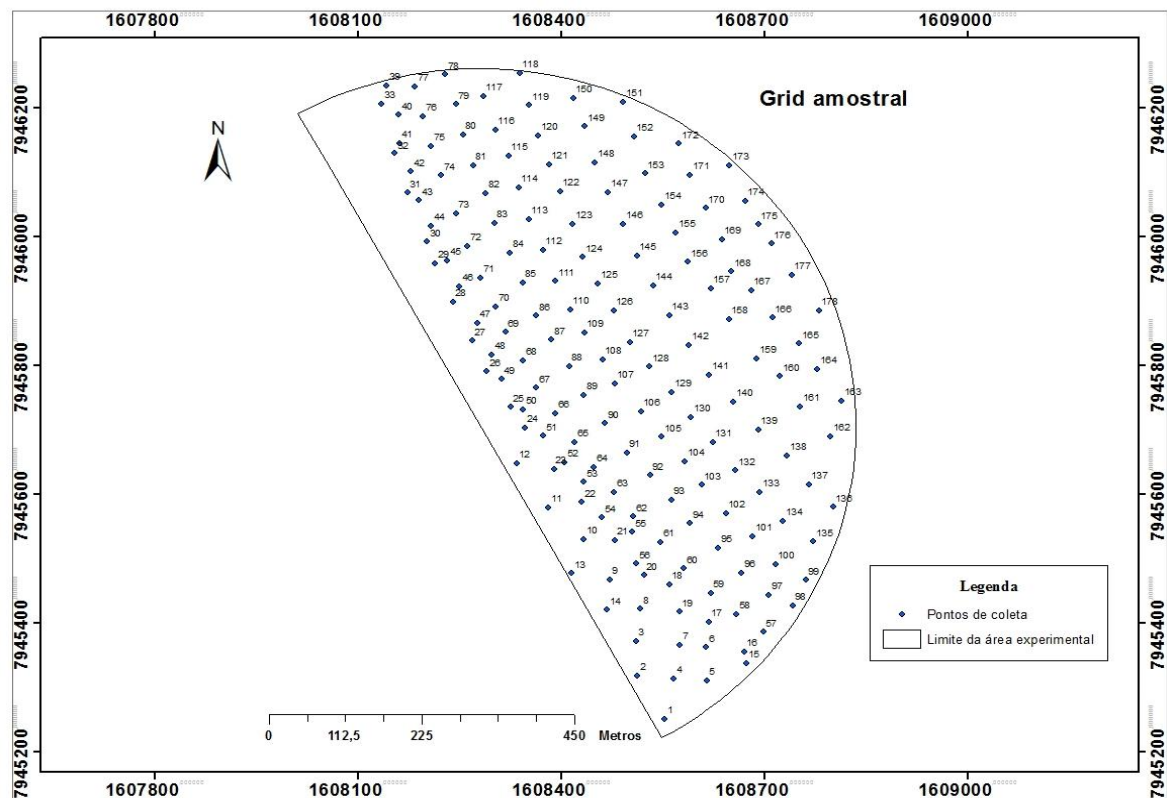


Figura 1. Detalhamento dos pontos utilizados na realização do trabalho.

Após a obtenção dos pontos, demarcou-se, utilizando fita de identificação cada ponto, amarrando-a nos pés de café. Cada ponto utilizado representou dez plantas (parcela), sendo cinco de cada lado da linha de plantio. Primeiramente determinou-se a produtividade da lavoura por meio da derriça manual de toda a carga pendente das plantas nos pontos avaliados. Para isso, foram colocados panos de ráfia de aproximadamente 2,5 m x 2,0 m sob a copa das plantas, dos dois lados da linha de café de forma que um se sobrepusesse ao outro. Os frutos foram derriçados dos pés, separadamente para cada terço e em seguida determinou-se o volume de

café colhido, deste volume retirou-se amostras de 1,0 L para cada terço, para as determinações do estágio de maturação, separando os frutos nos estádios verde, maduro e seco.

Em cada um dos pontos georreferenciados foram atribuídos os respectivos valores de estágio de maturação, utilizando também o software Arc-Gis. Pelo método da krigagem ordinária fez-se a interpolação dos pontos para a obtenção dos mapas de produtividade e de estágio de maturação dos frutos, por meio do programa SURFER (GOLDEN SOFTWARE, 1999). Os dados foram submetidos a análise de variância e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, utilizando o programa estatístico SISVAR® (FERREIRA, 2011).

O CEP é uma ferramenta com base estatística, de auxílio ao controle da qualidade, empregada nas etapas de um processo, utilizando-se como ferramentas de avaliação as cartas de controle por variáveis e os gráficos sequenciais, gerados pelo programa computacional Minitab 16®. O modelo de carta de controle selecionado foi Individual de Amplitude Móvel (I-MR: Individual – Moving Range). Apesar do programa e do teste utilizados permitirem a geração de vários tipos de erros, neste trabalho foi considerado somente o erro do “Tipo 1”, que considera como fora dos limites de controle, todo e qualquer ponto maior ou menor que a média, mais três vezes o desvio-padrão.

Os limites foram calculados com base no desvio padrão dos indicadores de qualidade, como demonstrado nas equações 1, 2 e 3 (MINITAB, 2007).

$$LSC = \bar{X} + 3\sigma \quad (1)$$

$$[\bar{X} = \frac{(X1 + X2 + X3 + \dots Xn)}{N} \quad (2)$$

$$LIC = \bar{X} - 3\sigma \quad (3)$$

Em que:

LSC = Limite superior de controle;

LIC = Limite inferior de controle;

\bar{X} = Média geral;

N = número total da amostra;

σ = desvio padrão.

Quando os valores individuais ou de amplitude móvel ultrapassaram pelo menos um ponto dos limites de controle, detecta-se a ocorrência de causas especiais no processo avaliado, sendo o ponto destacado na carta de controle, com o número do respectivo teste realizado. Esse ponto é considerado como indicativo da variação não aleatória dos resultados, devido à ação de causas especiais, deve estas causas serem investigadas e posteriormente corrigidas. A ausência de pontos destacados na carta de controle indica que o processo se encontra somente sob a ação de causas aleatórias, ou seja, não existem causas especiais de variação e, conseqüentemente o processo está sob controle estatístico (SILVA, 2010b).

A dependência espacial foi analisada por meio da geoestatística, com estimativas de semivariogramas experimentais e ajustes de modelos permissíveis (equação 4) (BURROUGH; MCDONNEL, 2006), partindo da pressuposição da hipótese intrínseca.

$$\hat{\gamma}(h) = \frac{1}{2N(h)} \sum_{i=1}^{N(h)} [z(x_i + h) - z(x_i)]^2 \quad (4)$$

Em que:

N(h): número de pares experimentais de observações Z (x_i) e Z (x_i + h) separados por uma distância h. O semivariograma é representado pelo gráfico de $\hat{\gamma}(h)$ versus h.

A partir do ajuste de um modelo matemático aos valores de $\hat{\gamma}(h)$, foram estimados os parâmetros do modelo teórico dos semivariogramas (efeito pepita, C₀; patamar, C₀ + C₁; e o alcance, a).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As Figuras 2, 3 e 4 demonstram as cartas de controle, respectivamente para os estádios de maturação verde, maduro e seco.

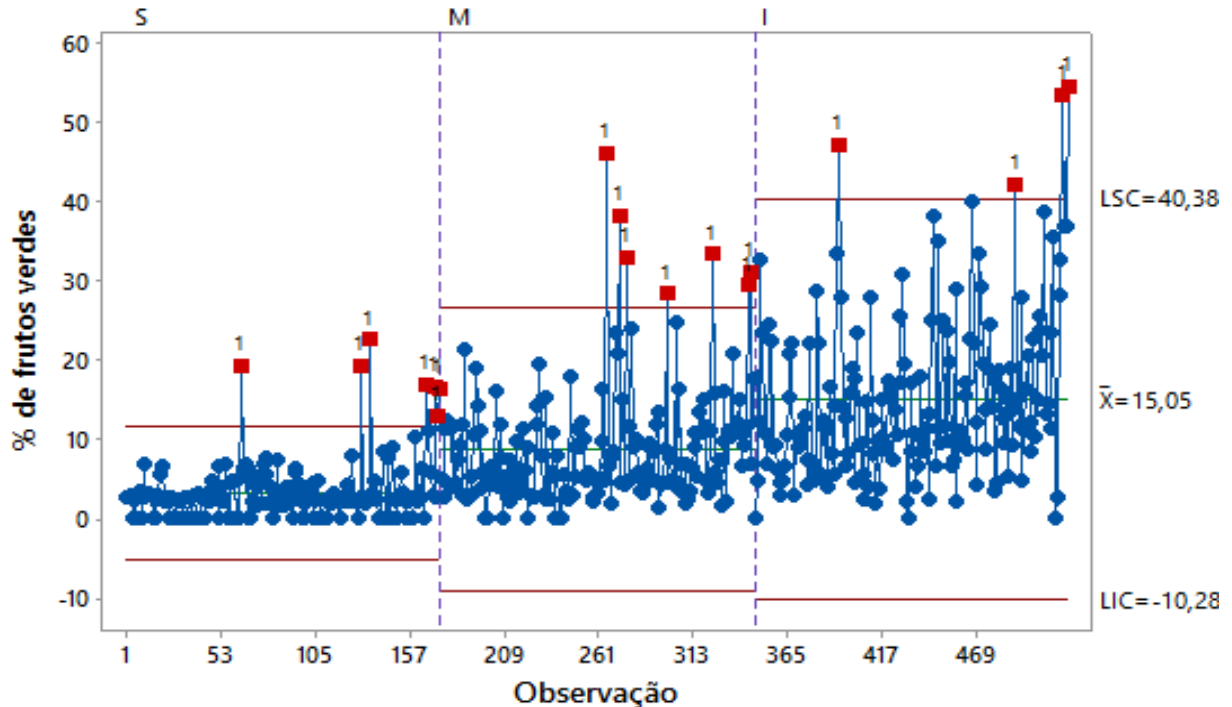


Figura 2. Carta de controle para o estágio de maturação verde nos terços inferior, médio e superior. Limite superior de controle (LSC), limite inferior de controle (LIC) e (\bar{X}) média das amostras.

A carta de controle evidenciou a menor presença de frutos verdes no terço superior, seguido do terço médio e com superioridade no terço inferior. Houve a presença de 6; 7 e 4 “outliers” nos terços superior, médio e inferior, respectivamente. Os “outliers” são pontos que extrapolam os limites, superior e inferior de controle estabelecidos pelas cartas de controle. Fato comum quando se avalia processos fisiológicos de plantas em ampla escala, como no presente estudo (Figura 2).

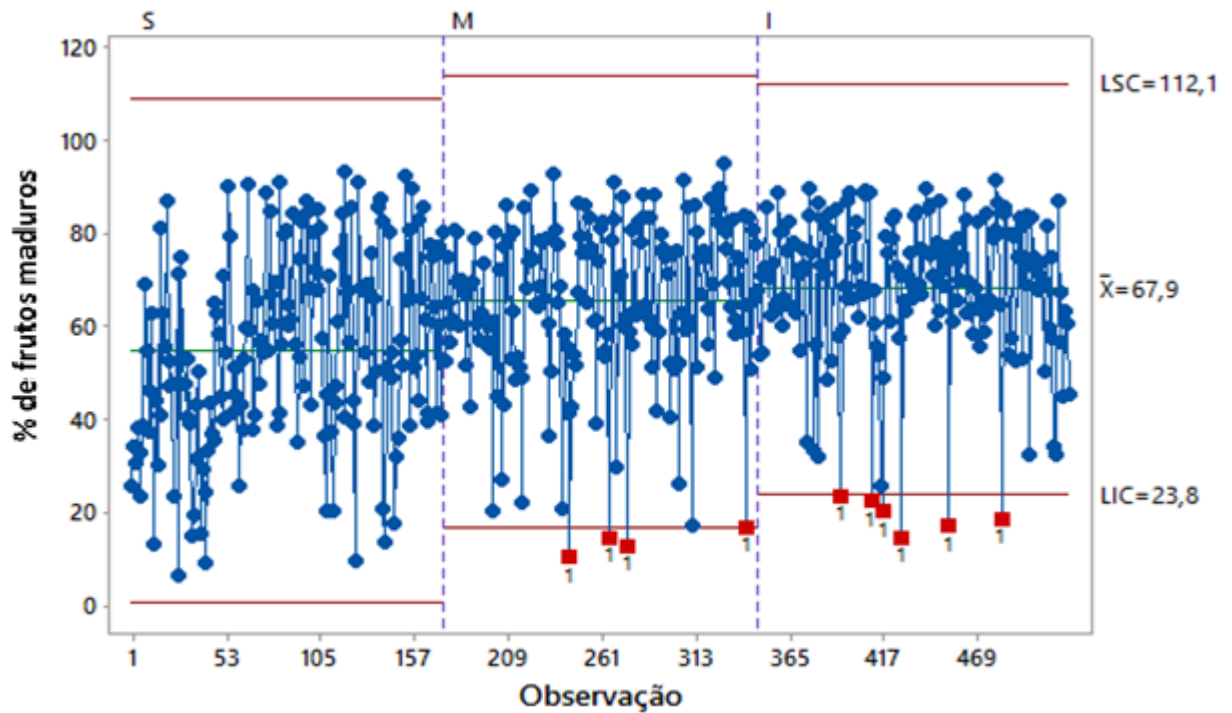


Figura 3. Carta de controle para o estágio de maturação maduro nos terços inferior, médio e superior. Limite superior de controle (LSC), limite inferior de controle (LIC) e \bar{X} média das amostras.

Para o estágio de maturação maduro (Figura 3), a carta de controle mostrou semelhança entre os terços avaliados, com pequena variação. Houve a presença de 4 e 6 “outliers” nos terços médio e inferior, e nenhum no terço superior.

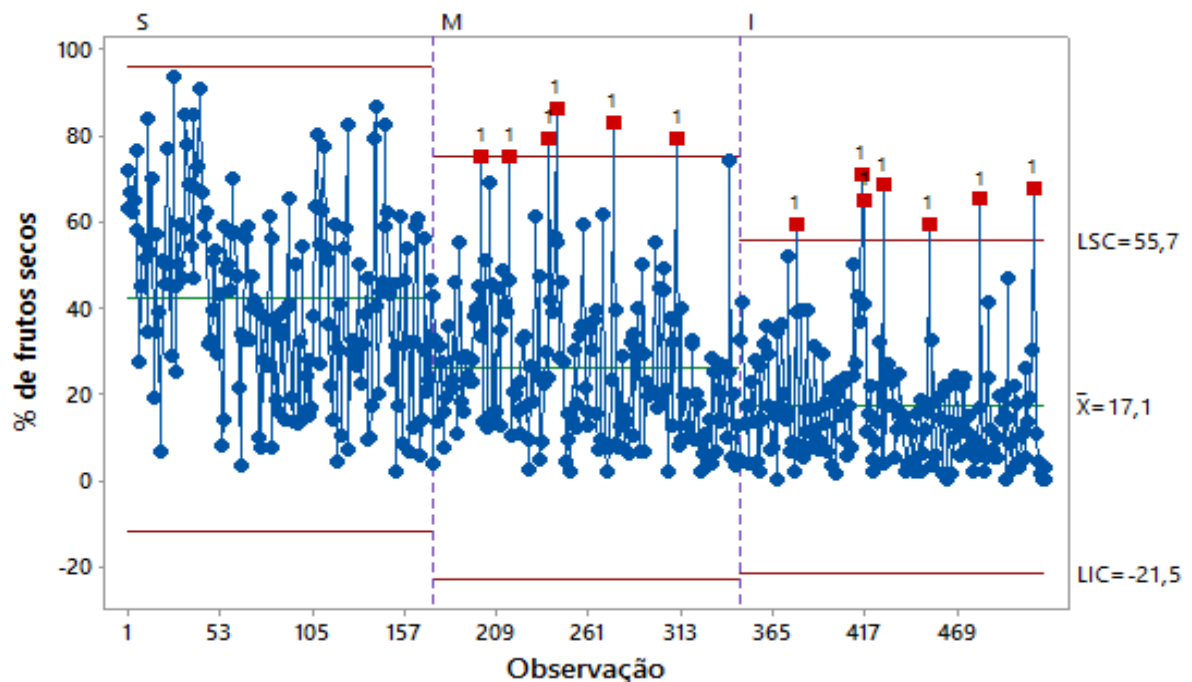


Figura 4. Carta de controle para o estágio de maturação seco nos terços inferior, médio e superior. Limite superior de controle (LSC), limite inferior de controle (LIC) e \bar{X} média das amostras.

Já para o estágio seco, o comportamento da distribuição dos dados foi inverso aos de frutos verdes, com superioridade nos terços superior, seguido do médio e com pequena expressão no terço inferior. Houve a presença de 6 e 7 “outliers” nos terços médio e inferior e nenhum do terço superior (Figura 4).

Tabela 1. Estádios de maturação dos frutos verde, maduro e seco em 540 amostras de precisão.

Avaliação	Porcentagem de maturação (%)		
	Verde	Maduro	Seco
Planta inteira	9,0 b	62,6 b	28,4 b
Terço inferior	15,0 c	67,9 a	17,1 a
Terço médio	8,8 b	65,2 ab	26,0 b
Terço superior	3,3 a	54,7 c	42,0 c
CV (%)	79,89	26,7	60,36

* Médias seguidas das mesmas letras nas colunas não diferem de si pelo teste de Tukey à 5% de probabilidade.

A Tabela 1 evidenciou a necessidade de avaliação de estádios de maturação dos frutos do cafeeiro mais criteriosa, separando-as em terços e não somente avaliando a planta como um todo. Isto por que as diferenças entre as porcentagens de maturação, notadamente nos estádios verde e seco foram acentuadas, podendo levar o agricultor a cometer possíveis erros.

A avaliação de planta inteira apresenta uma porcentagem menor de fruto seco, quando comparada ao terço superior, com 13,6% a menos de café no estágio seco. Quando se faz apenas a avaliação da planta inteira, pode-se concluir que o momento ainda não é o ideal para proceder-se a colheita. Com isso, haverá aumento na quantidade de frutos caídos naturalmente no chão, reduzindo a produtividade e a qualidade do café (SANTINATO et al., 2014c), interferindo na tomada de decisão quanto ao início da colheita. Em relação aos frutos verdes, a maior diferença

deu-se entre a avaliação da planta inteira e o terço inferior, com uma diferença de 6%, aparentemente poderia iniciar-se a colheita, acreditando, com base na avaliação da planta inteira, que a porcentagem de fruto verde se encontraria em quantidades baixas, mas na verdade teria-se uma quantidade superior ao esperado. No caso do presente estudo a diferença interferiria na tomada de decisão, pois iniciando-se a colheita com base apenas na planta inteira, poderia acarretar em grande quantidade de frutos no estágio verde colhidos.

Tais diferenças sugerem a avaliação da maturação dos frutos somente nos terço superior e inferior. Utilizando a do terço superior como parâmetro para os frutos secos, ficando alerta com o provável risco de aumento de café caído. A avaliação do terço inferior teria a finalidade de balizar a tomada de decisão levando em consideração os frutos verdes.

A análise dos mapas de variabilidade espacial, Figuras 5, 6 e 7 indica as diferenças em porcentagens das áreas nos estádios de maturação verde, maduro e seco, em cada método de avaliação.

Para a média dos três terços da planta (Figura 5 A), 65,1% da área (29,79 ha) apresentou de 0 a 10% de frutos no estágio de maturação verde, no terço superior (Figura 5 B), 94,2% da área (43,091 ha), obteve de 0 a 10% de frutos no estágio de maturação verde. O terço médio, mostrou valores próximos aos valores da média dos três terços da planta, onde 64,5% da área (29,50 ha) manteve de 0 a 10% de frutos verdes (Figura 5 C). Já na figura 5 D, observando-se o terço inferior, 48,5% da área (22.18 ha) apresentou de 10 a 20% de frutos verdes.

Os mapas de variabilidade espacial para o estágio de maturação maduro (Figura 6), evidenciaram a predominância de frutos maduros acima de 40% em cada um dos três terços da planta e conseqüentemente na média da planta inteira, com porcentagens de área bem próximas, sendo correspondida na média dos terços com 99,4% da área (Figura 6 A), seguido do terço superior com 81,3% da área (Figura 6 B), do terço médio com 96,3% (Figura 6 C) e do terço inferior com 97,3% (Figura 6 D).

Variabilidade espacial de frutos no estágio de maturação verde

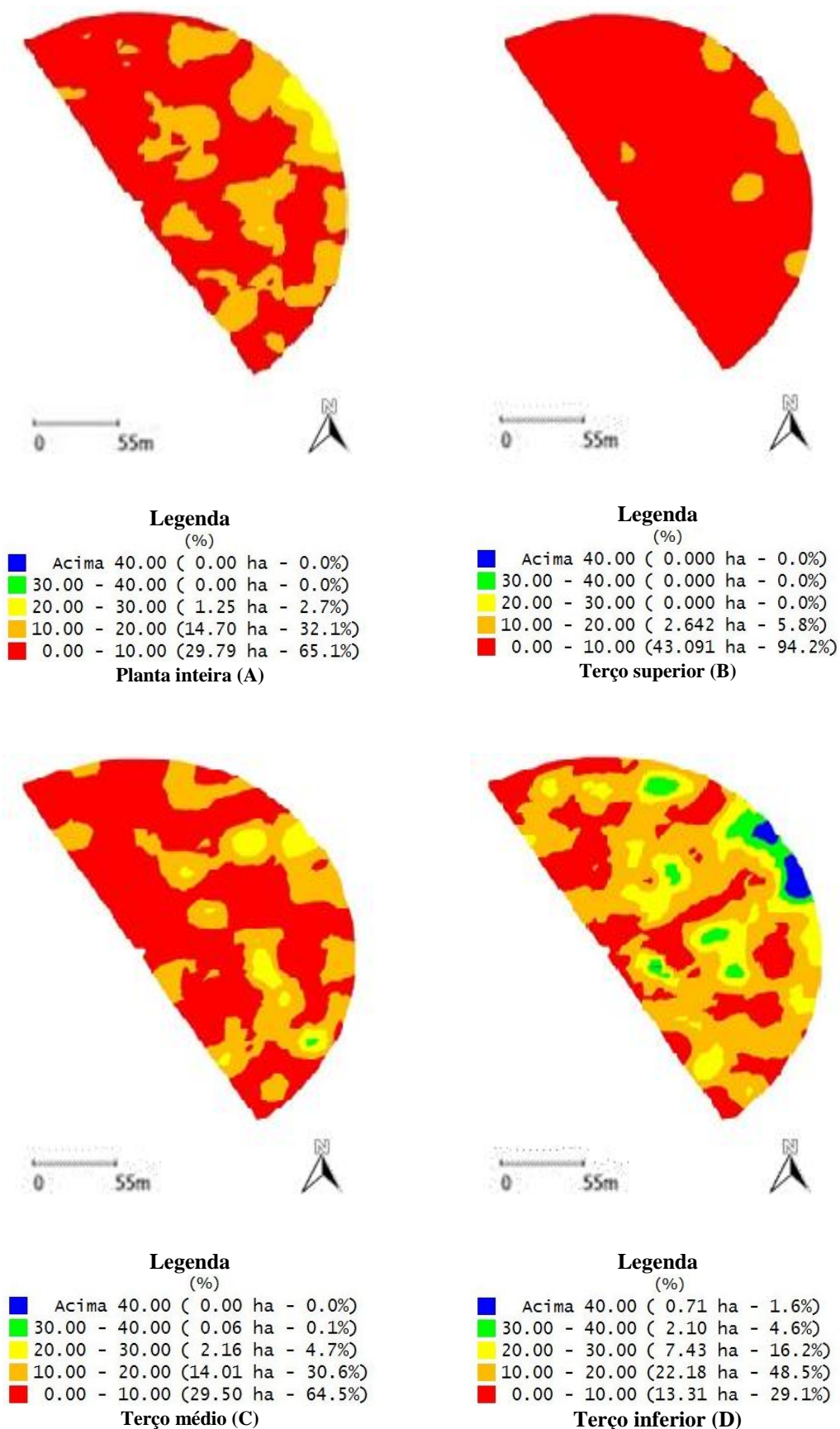


Figura 5. Variabilidade espacial de frutos no estágio de maturação verde na média dos três terços da planta (A), no terço superior (B), no terço médio (C) e no terço inferior (D).

Variabilidade espacial de frutos no estágio de maturação maduro

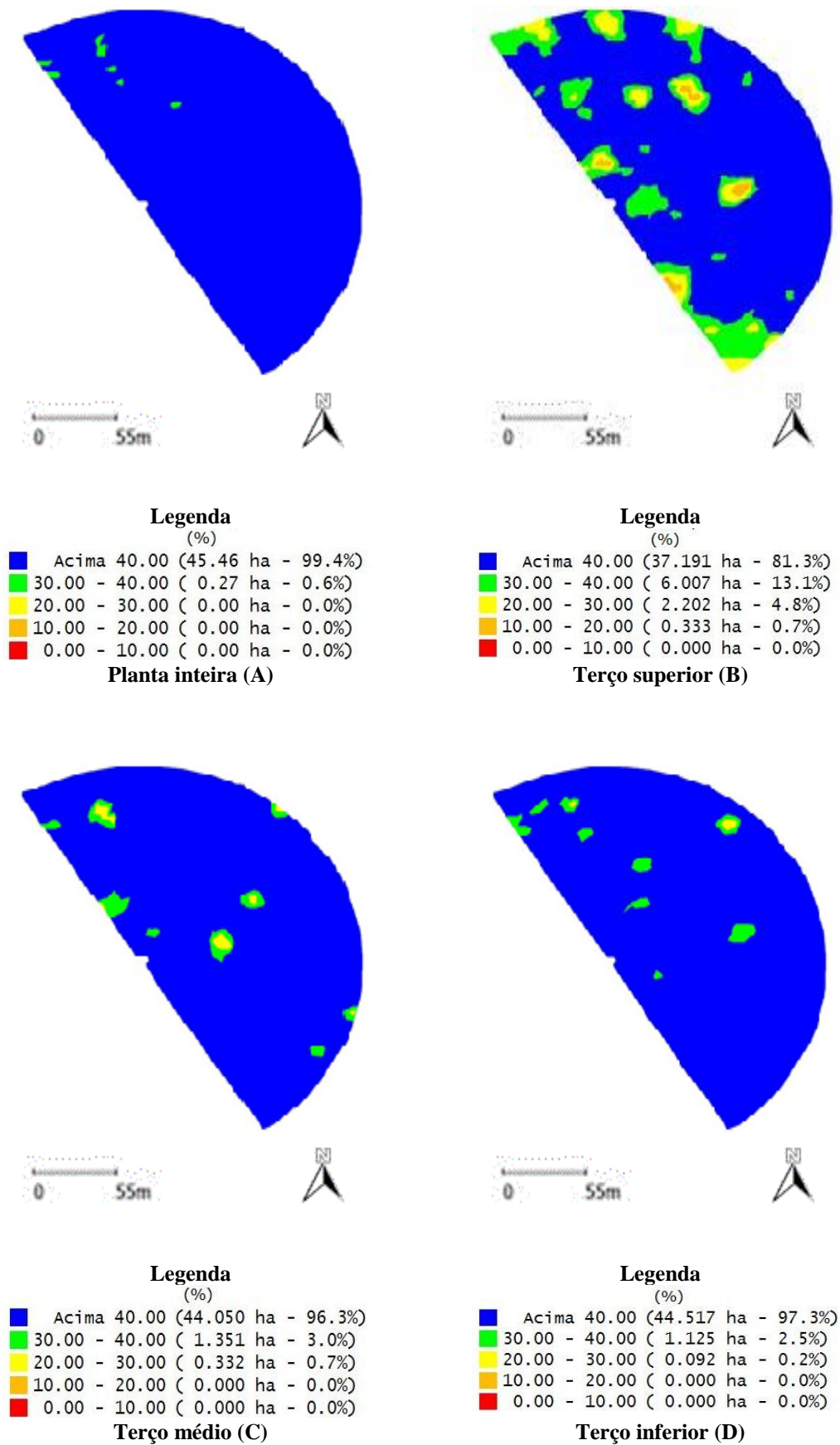


Figura 6. Variabilidade espacial de frutos no estágio de maturação maduro na média dos três terços da planta (A), no terço superior (B), no terço médio (C) e no terço inferior (D).

Variabilidade espacial de frutos no estágio de maturação seco

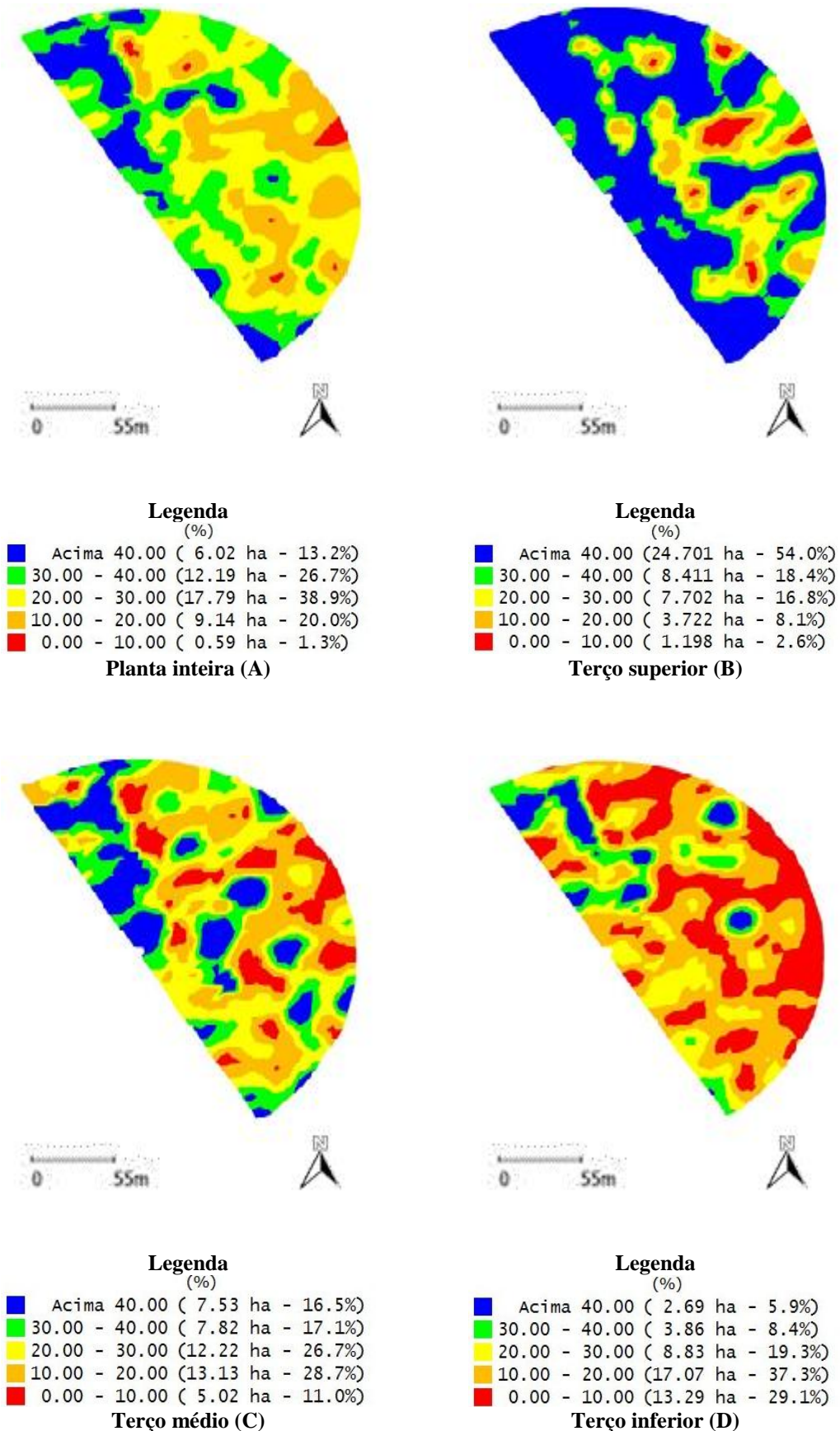


Figura 7. Variabilidade espacial de frutos no estágio de maturação seco na média dos três terços da planta (A), no terço superior (B), no terço médio (C) e no terço inferior (D).

Quanto aos mapas de variabilidade espacial do estágio de maturação seco (Figura 7) para a média dos três terços das plantas, em 38,9% da área o percentual de frutos no estágio de maturação seco ficou na faixa de 20 a 30% (Figura 7 A). No terço superior (Figura 7 B), 54% da área obteve acima de 40% de fruto seco; no terço médio (Figura 7 C), a variabilidade espacial encontra-se bem distribuída, sendo que a maior porcentagem de área (28,7% da área) representa de 10 a 20% de frutos secos; no terço inferior (Figura 7 D) 37,3% da área apresenta de 10 a 20% de fruto seco.

Os resultados desse trabalho confirmam a existência da variabilidade espacial dos estádios de maturação dos frutos do cafeeiro, tanto no que se refere a diferentes áreas dentro de uma mesma lavoura, quanto dentro da própria planta nos diferentes terços (inferior, médio e superior). Dessa forma, infere-se que, a avaliação da variabilidade espacial dos estádios de maturação da planta de café em terços isolados é de extrema importância, já que a média dos três terços apresenta valores com diferenças significativas, comparados aos terços separadamente. Essa variabilidade pode causar problemas na colheita mecanizada, sobretudo no que se refere à tomada de decisão quanto ao início da colheita, bem como na escolha da regulagem mais adequada em função do estágio de maturação dos frutos. Por esse motivo, a recomendação de colheita não pode ser generalizada em áreas muito extensas, devendo ser específica para cada parte dessa área.

O estágio de maturação é determinante para a regulagem da colhedora, nesse sentido, segundo Santinato et. al. (2015b), a realização de mais de uma operação da colhedora de café poderia aumentar a eficiência de colheita dos frutos, minimizando a quantidade de café remanescente nas plantas e a necessidade de repasse manual, outro ponto positivo é que a colheita pode ser realizada em momentos diferentes, o que possibilita à máquina colher maior porcentagem de frutos no estágio de maturação maduro, agregando valor à produção. Isso ocorre, pois dentro do intervalo entre uma operação e outra, os frutos no estágio verde amadurecem para o estágio cereja, ficando disponíveis em maior quantidade para serem

colhidos. Além disso, o conhecimento da variabilidade da porcentagem dos frutos verdes, maduros e secos em cada terço da planta ao longo de toda a área permite o uso de regulagens específicas para cada situação. É bastante comum a ocorrência de um grande percentual de frutos secos no terço superior e ao mesmo tempo um elevado percentual de frutos verdes no terço inferior da planta. Nesse caso, segundo Silva et. al (2015), recomenda-se realizar a colheita com duas passadas da colhedora, sendo que na primeira passada da máquina, somente as hastes no terço superior seriam utilizados, e em alguns casos, também em metade do terço médio das plantas, com velocidades de 1200 a 1600 m/h. Na segunda passada se recolocaria as hastes, removendo as varetas da parte de cima, caso não houvesse mais café no terço superior, onde a velocidade dependeria da carga das plantas, com vibrações de 600 a 750 rpm na primeira passada e superiores a 850rpm na segunda.

CONCLUSÃO

Há diferenças entre os terços da planta e a média dos terços, quanto ao estágio de maturação.

Em média os frutos do estágio de maturação seco encontram-se em maior porcentagem no terço superior do cafeeiro, enquanto os frutos verdes encontram-se em maior percentual no terço inferior da planta. Já os frutos maduros são encontrados em maior proporção no terços médio e inferior.

A avaliação de estágio de maturação dos frutos, quando realizada separadamente em terço superior, médio e inferior é mais criteriosa e eficiente e apresenta-se como uma ferramenta com elevado potencial para uso em sistemas de Agricultura de Precisão.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES, E. A. **Análise da variabilidade espacial da qualidade do café cereja produzido em região de montanha**. 2005. 64 p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2005.

ALVES, M. C.; SILVA, F. M.; MORAES, J. C.; POZZA, E. A.; OLIVEIRA, M. S.; SOUZA, J. C. S.; ALVES, L. S. Geostatistical analysis of the spatial variation of the berry borer and leaf miner in a coffee agroecosystem. **Precision Agriculture**, Dordrecht, v. 10, n. 12, p. 1-14, Dec. 2009.

BARROS, F. F.; MILAN, M. Operational quality of sugar cane planting. **Bragantia**, Campinas, v. 69, n. 1, p. 221-229, 2010.

BURROUGH, P. A.; MCDONNELL, R. A. (2006). **Principles of geographical systems**. New York: Oxford University Press.

CARVALHO, G. R.; BOTELHO, C. E.; BARTHOLO, G. F.; PEREIRA, A. A.; NOGUEIRA, Â. M.; CARVALHO, A. M. de. Comportamento de progênies F4 obtidas por cruzamentos de 'Icatu' com 'Catimor'. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 33, n. 1, p. 47-52, jan./fev. 2009.

CARVALHO, L.G.; SEDIYAMA, G.C.; CECON, P.R.; ALVES, H.M.R. A regression model to predict coffee productivity in Southern Minas Gerais, Brazil. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.8, n.2/3, p.204-211, 2004.

DONZELES, S. M. L. et al. **Técnicas para o processamento de café e inovações tecnológicas acessíveis para a produção de café com qualidade**. Boletim Técnico 87. Viçosa: EPAMIG, 2008.

FERREIRA, D.F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, v.35, n.6, p.1039-1042, 2011.

GOLDEN SOFTWARE INC. **Surfer for windows**: relese 7.0: contouring and 3D surface mapping for scientist's engineers user's guide. New York, 1999. 619 p.

LANNA, G. B. M.; REIS, P. R. Influência da mecanização da colheita na viabilidade econonômico-financeira da cafeicultura no sul de Minas Gerais. **Coffee Science**, Lavras, v. 7, n. 2, p. 110-121, 2012.

MATIELLO, J. B.; SANTINATO, R.; GARCIA, A. W. G.; ALMEIDA, S. R.; FERNANDES, D. R. **Cultura de café no Brasil: Novo Manual de Recomendações**. Rio de Janeiro e Varginha: MAPA/PROCAFÉ, 2010. 542p.

MINITAB. **MINITAB Release 16: Meet MINITAB 16**. MINITAB StatGuide; MINITAB Help. [S.l.]: Minitab., 2007.

OLIVEIRA, E.; SILVA, F. M.; SALVADOR, N.; SOUZA, Z. M; CHALFOUN, S. M., FIGUEIREDO, C. A. P. Custos operacionais da colheita mecanizada do cafeeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 42, n. 6, p. 827-31, 2007.

SANTINATO, F. SILVA, R. P., CASSIA, M. T., SANTINATO, R. Análise quali-quantitativa da operação de colheita mecanizada de café em duas safras. **Coffee Science**, Lavras, v. 9, n. 4, p. 495-505, 2014a.

SANTINATO, F., RUAS, R. A. A., SILVA, R. P., FILHO, A. C., SANTINATO, R. Número de operações mecanizadas na colheita do café. **Cienc. Rural[online]**. 2015, vol.45, n.10, p.1809-1814. Epub Aug 07, 2015b.

SANTINATO, F.; RUAS, R.A.A.; FILHO, A.C.; SILVA, R.P.; SANTINATO, R. Análise econômica da colheita mecanizada do café utilizando repetidas operações da colhedora. **Coffee Science**, 2015a.

SANTINATO, F.; RUAS, R.A.A.; SILVA, R.P.; CARVALHO FILHO, A.; SANTINATO, R. Análise econômica da colheita mecanizada do café utilizando repetidas operações da colhedora. **Coffee Science**, v. 10, n.4, 2014c.

SANTINATO, F.; TAVARES, T.O.; SILVA, R.P.; COSTA, W.G.; SANTINATO, R. **Utilização do retardador de amadurecimento (Mathury) na colheita mecanizada do café.** In: 40º Congresso Brasileiro de Pesquisas Cafeeiras, 2014: Anais... Varginha: Fundação Procafé, p.130-132. 2014b.

SANTINATO, R.; FERNANDES, A.L.T. **Cultivo do Cafeeiro Irrigado em Plantio Circular sob Pivô Central.** Belo Horizonte: O lutador, 2002. 252 p.

SANTINATO, R.; FERNANDES, A.L.T., FERNANDES, D., R. **Irrigação na cultura do café.** 2º ed. Uberaba, 2008. rev. ampl. 476 p.

SILVA, F. C.; SILVA, F.M.; ALVES, M.C.; BARROS, M.M.; SALES, R.S. Comportamento da força de desprendimento dos frutos de cafeeiros ao longo do período de colheita. **Ciência e Agrotecnologia**, v.34, n.2, p.468-474, 2010a.

SILVA, F. M.; SALVADOR, N.; RODRIGUES, R. F.; TOURINO, E. S. Avaliação da colheita do café totalmente mecanizada. **Engenharia Agrícola**, v. 23, n. 2, p.309-15, 2003.

SILVA, F. M.; SOUZA, Z. M.; FIGUEIREDO, C. A. P.; VIEIRA, L. H. S.; OLIVEIRA, E. Variabilidade espacial de atributos químicos e produtividade da cultura do café em duas safras agrícolas. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.32, n.1, p.231-241, 2008.

SILVA, R. P. **Variabilidade das perdas no arranquio mecanizado de amendoim.** 2010. 61 p. Tese (Livre Docência em Máquinas Agrícolas) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2010b.

Silva, R. P.; SANTINATO, F., TAVARES, T. O., SANTINATO, R., **Cartilha “LAMMA” do produtor rural:** Colheita mecanizada do café. Jaboticabal: Sbea. 2015 32 p.