

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO OESTE DO PARANÁ
CAMPUS DE MARECHAL CÂNDIDO RONDON

CRISTIANI BELMONTE

**TAMANHO DE PARCELAS E METODOLOGIAS PARA DETERMINAÇÃO DA
PRODUTIVIDADE EM LAVOURAS DE SOJA E MILHO: PARA FINS DE SEGURO
AGRÍCOLA**

MARECHAL CÂNDIDO RONDON - PARANÁ
2020

CRISTIANI BELMONTE

**TAMANHO DE PARCELAS E METODOLOGIAS PARA DETERMINAÇÃO DA
PRODUTIVIDADE EM LAVOURAS DE SOJA E MILHO: PARA FINS DE SEGURO
AGRÍCOLA**

**Tese apresentada à Universidade Estadual do
Oeste do Paraná, como parte das exigências do
Programa de Pós-Graduação em Agronomia,
para obtenção do título de Doctor Scientiae.**

**Orientador: Prof. Dr. Edmar Soares de
Vasconcelos
Coorientador: Prof. Dr. Cláudio Yuji Tsutsumi**

MARECHAL CÂNDIDO RONDON - PARANÁ

2020

Ficha de identificação da obra elaborada através do Formulário de Geração Automática do Sistema de Bibliotecas da Unioeste.

Belmonte, Cristiani

Tamanho de Parcelas e Metodologias para Determinação da Produtividade em Lavouras de Soja e Milho: Para Fins de Seguro Agrícola / Cristiani Belmonte; orientador(a), Edmar Soares de Vasconcelos; coorientador(a), Cláudio Yuji Tsutsumi, 2020.

82 f.

Tese (doutorado), Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Campus Marechal Cândido Rondon, Centro de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Agronomia, 2020.

1. Tamanho de Parcelas. 2. Determinação de Produtividade. 3. Lavouras de Soja e Milho . 4. Seguro Agrícola . I. Vasconcelos, Edmar Soares de . II. Tsutsumi, Cláudio Yuji . III. Título.



unioeste

Universidade Estadual do Oeste do Paraná

Campus de Marechal Cândido Rondon - CNPJ 78680337/0003-46

Rua Pernambuco, 1777 - Centro - Cx. P. 91 - <http://www.unioeste.br>

Fone: (45) 3284-7878 - Fax: (45) 3284-7879 - CEP 85960-000

Marechal Cândido Rondon - PR.



PARANÁ

GOVERNO DO ESTADO

CRISTIANI BELMONTE

TAMANHO DE PARCELAS E METODOLOGIAS PARA DETERMINAÇÃO DA PRODUTIVIDADE EM LAVOURAS DE SOJA E MILHO: PARA FINS DE SEGURO AGRÍCOLA

Tese apresentada à distância, de forma síncrona e por videoconferência, conforme Resolução nº 052/2020 – CEPE, ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia em cumprimento parcial aos requisitos para obtenção do título de Doutora em Agronomia, área de concentração Produção Vegetal, linha de pesquisa Sistemas de Produção Vegetal Sustentáveis, APROVADA pela seguinte banca examinadora:

Edmar Soares de Vasconcelos

Orientador - Edmar Soares de Vasconcelos

Universidade Estadual do Oeste do Paraná - Campus de Marechal Cândido Rondon (UNIOESTE)

Neumárcio Vilanova da Costa

Universidade Estadual do Oeste do Paraná - Campus de Marechal Cândido Rondon (UNIOESTE)

Paulo Sérgio Rabello de Oliveira

Universidade Estadual do Oeste do Paraná - Campus de Marechal Cândido Rondon (UNIOESTE)

Antonio Carlos Chidichima

Faculdade Assis Gurgacz (FAG)

Valdemir Aleixo

Pontifícia Universidade Católica do Paraná - Toledo (PUC-Toledo)

Neumárcio Vilanova da Costa

Coordenador do Programa de Pós-Graduação em Agronomia

Marechal Cândido Rondon, 13 de julho de 2020

Dedico a DEUS.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a minha família pelo apoio durante esta caminhada.

Agradeço ao meu orientador, pelo apoio e auxílio na elaboração e conclusão deste estudo.

Ao meu coorientador, agradeço pelos inúmeros apontamentos e apoio para este estudo.

A todos os professores do Programa de Pós-Graduação em Agronomia (PPGA) da UNIOESTE, Campus de Marechal Cândido Rondon, pelos ensinamentos transmitidos.

Aos membros componentes da banca examinadora, pela avaliação do trabalho, orientação, sugestões e contribuições fornecidas.

E a todos que não foram citados, mas direta ou indiretamente contribuíram na realização deste trabalho.

"No futuro, o pensamento estatístico será tão necessário para a cidadania eficiente como saber ler e escrever."

H.G. WELLS

RESUMO

BELMONTE, Cristiani, D. S., Universidade Estadual do Oeste do Paraná, junho – 2020. **Tamanho de parcelas e metodologias para determinação da produtividade em lavouras de soja e milho: para fins de seguro agrícola.** Orientador: Edmar Soares de Vasconcelos. Coorientador: Cláudio Yuji Tsutsumi.

O objetivo geral deste estudo foi avaliar a relação entre tamanho de parcela em condição de campo com a determinação do estande, altura das plantas na maturação e produtividade em soja cultivadas em três áreas no município de Marechal Cândido Rondon-PR; bem como determinar o número de repetições necessárias, de diferentes métodos utilizados na determinação de produtividade, em condição de campo e comparar as metodologias em lavouras de soja e de milho safrinha, para fins de seguro agrícola, em áreas do município de Formosa do Oeste - PR. Para a determinação do estande de plantas de soja foram testados 18 tamanhos de parcela, na altura de plantas na maturação testaram-se 14 tamanhos e para produtividade testaram-se 10 tamanhos de parcela. A medição das características em cada tamanho de parcela foi realizada em triplicata, distribuídas ao acaso dentro de cada área. A média da característica para cada tamanho de parcela possibilitou o ajuste de dois modelos de regressão, um voltado para cima e outro voltado para baixo. No ponto em que a diferença entre os modelos ajustados atingiu o valor do desvio padrão amostral, determinou-se o tamanho mínimo ideal da parcela. As determinações de produtividade de milho e de soja foram realizadas em dez áreas no município de Formosa do Oeste. Essas áreas foram semeadas com sementes do mesmo genótipo, tanto quando com milho quanto com soja. A semeadura ocorreu em mesma data e sob condições semelhantes de solo, relevo, regime hídrico e manejo. A determinação da produtividade foi realizada pelo uso dos métodos MA (Manual), CA (Caçambagem), LT (Litragem), BP (Pesagem com Balança Portátil), PC (Pesagem e Classificação) e a determinação Real da produtividade. Os resultados obtidos para cada cultura foram tabulados e submetidos à análise de normalidade e homogeneidade de variância, para verificação das pressuposições necessárias para rodar a análise de variância. Posteriormente, os dados de cada cultura foram submetidos à análise conjunta de variância sendo a mesma caracterizada como fatorial 2x6 (2 anos de avaliação x 6 métodos de determinação da produtividade), sendo cada talhão (área) considerado como um bloco (repetição), totalizando 10 blocos. Verificou-se com esse trabalho que é exigida a avaliação de

14,3 metros lineares na determinação do estande de plantas de soja. Para garantir estimativa ideal da altura de plantas de soja deve-se quantificar 26 plantas. Deve-se colher 22 m² para garantir estimativa ideal da produtividade de soja. Os métodos de determinação da produtividade de milho por pesagem e classificação e por pesagem com balança portátil geraram estimativas de produtividade iguais à produtividade real da área. O método de determinação da produtividade de soja por pesagem e classificação no ano de 2017/2018, por pesagem e classificação e por pesagem com balança portátil no ano de 2018/2019, geraram estimativas de produtividade iguais à produtividade real da área.

Palavras-chave: Produção. Seguro Agricultura. Experimentação. Planejamento Agrícola.

ABSTRACT

BELMONTE, Cristiane D. S. Doctor Scientiae, Universidade Estadual do Oeste do Paraná, July– 2020. **Plot size and methodologies for determining productivity in soybean and corn crops: for agricultural insurance purposes.** Advisor: Dr Edmar Soares de Vasconcelos. Co-Advisors: Cláudio Yuji Tsutsumi.

The general aim of this study was to evaluate the relationship between plot size in field condition with the determination of the stand, plant height at maturation and productivity in soybean cultivated in three areas in the city of Marechal Cândido Rondon-PR; as well as determining the number of repetitions required, of different methods used to determine yield, under field conditions, and comparing the methodologies in soybean and corn crops, for agricultural insurance purposes, in areas of the city of Formosa do Oeste - PR. To determine the soybean plant stand, 18 plot sizes were tested, at plant height at maturity, 14 sizes were tested and for productivity, 10 plot sizes were tested. The measurement of the characteristics in each plot size was carried out in triplicate, being distributed at random within each area. The average of the characteristic for each plot size allowed the adjustment of two regression models, one facing upwards and the other facing downwards. At the point where the difference between the adjusted models reached the value of the sample standard deviation, the minimum ideal plot size was determined. The determinations of corn and soybean productivity were carried out in ten areas in the municipality of Formosa do Oeste. These areas were sown with seeds of the same genotype, both with corn and soybeans. Sowing took place on the same date and under similar soil, relief, water regime and management conditions. The determination of productivity was carried out using the methods: MA (Manual), CA (Bucket), LT (Litragem), BP (Weighing with Portable Scale), PC (Weighing and Classification) and the Real determination of productivity. The results obtained for each culture were tabulated and subjected to the analysis of normality and homogeneity of variance, to verify the assumptions necessary to run the analysis of variance. Subsequently, the data for each culture were subjected to joint analysis of variance, the same being characterized as a 2x6 factorial (2 years of evaluation x 6 methods for determining productivity), with each plot (area) considered as a block (repetition), totaling 10 blocks. It was verified with this work that it is necessary to evaluate 14.3 linear meters in determining the soybean plant stand. To ensure an optimal estimate of the height of soybean plants, 26 plants must be quantified. 22 m² should be harvested to ensure an optimal estimate of soybean productivity. The methods of determining corn productivity by weighing and grading and by

weighing with a portable scale generated yield estimates equal to the actual productivity of the area. The method of determining soybean productivity by weighing and grading in the year 2017/2018, by weighing and grading and by weighing with a portable scale in the year 2018/2019, generated estimates of productivity equal to the actual productivity of the area.

Keywords: Production. Agriculture Insurance. Experimentation. Agricultural Planning.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO GERAL	1
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	4
2.1 A CULTURA DA SOJA E DO MILHO.....	4
2.2 A PRECISÃO EXPERIMENTAL	6
2.3 TAMANHO ÓTIMO DE PARCELA EXPERIMENTAL.....	8
2.3.1 Métodos de estimação de tamanho ótimo de parcelas.....	10
2.3.2 Tamanhos de parcelas em experimentos agrícolas.....	12
2.4 CONDIÇÕES RELACIONADAS A PRODUÇÃO DAS PLANTAS E A AMOSTRAGEM	15
2.5 SEGURO AGRÍCOLA.....	18
2.6 MÉTODOS DE DETERMINAÇÃO DA PRODUTIVIDADE.....	19
2.6.1 Método de amostragem manual	20
2.6.2 Métodos de amostragem mecanizada	22
i. Método de amostragem mecanizada por caçambagem.....	22
ii. Método de amostragem mecanizada pela pesagem por litro	24
iii. Método de amostragem mecanizada por pesagem com balança portátil.....	24
iv. Método de amostragem mecanizada por pesagem	25
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	26
3 ARTIGO 1 - TAMANHO DE PARCELAS DETERMINADO EM CONDIÇÃO DE CAMPO PARA AVALIAÇÃO DE CARACTERÍSTICAS AGRONÔMICAS DE SOJA	35
3.1 INTRODUÇÃO.....	36
3.2 MATERIAL E MÉTODOS	38
3.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	40
3.4 CONCLUSÃO	47
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	47
4 ARTIGO 2 - MÉTODOS DE DETERMINAÇÃO DA PRODUTIVIDADE NAS LAVOURAS DE MILHO SEGUNDA SAFRA	49
4.1 INTRODUÇÃO.....	49
4.2 MATERIAL E MÉTODOS	51
4.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	55
4.4 CONCLUSÃO	62

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	63
5 ARTIGO 3 - MÉTODOS DE DETERMINAÇÃO DA PRODUTIVIDADE NAS	
LAVOURAS DE SOJA.....	66
5.1 INTRODUÇÃO.....	66
5.2 MATERIAL E MÉTODOS	68
5.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	71
1.1 CONCLUSÃO	78
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	79
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	82

1 INTRODUÇÃO GERAL

O agronegócio brasileiro já movimentou 669,7 bilhões de reais no ano de 2020, compondo o Valor Bruto da Produção – VBP agropecuária nacional, evidenciando a importância do setor na economia do país (CNA, 2020). No cenário agrícola, a produção de grãos é um dos principais segmentos, com estimativa de produção de 123,2 milhões de toneladas de grãos de soja (*Glycine max*) na safra 2019/20, com um aumento de 2,6% em relação ao ano anterior. Enquanto a produção estimada de milho (*Zea mays*) é de 5.719 milhões de toneladas na safra 2019/2020. Com esses montantes produzidos, a soja e o milho são as principais espécies cultivadas no Brasil e, se destacam em termos de produtividade e área cultivada (CONAB, 2020).

A soja é a principal commodity agrícola brasileira e constitui uma das principais fontes de proteína vegetal (40%) e de óleo (20%) (ROSA *et al.*, 2009). O melhoramento genético dessa espécie e o emprego de novas tecnologias contribuíram para o aumento expressivo nos níveis de sua produtividade (BEZERRA *et al.*, 2015). Com produção na ordem de 115 milhões de toneladas na safra 2018/19, a soja apresentou um decréscimo de 3,6% em relação à safra anterior (CONAB, 2019). Contudo, de acordo com os dados do acompanhamento da safra brasileira de grãos, publicado em setembro de 2019, ocorreu um aumento na área plantada em comparação à safra 2017/18, alcançando área plantada de cerca de 35.874,1 mil hectares, consolidando-se assim como a segunda maior área cultivada com soja na série histórica da coleta de dados da Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB, 2019).

O milho é a segunda cultura de maior importância nacional, ficando atrás apenas da soja em área total cultivada (CONAB, 2019). O cereal é cultivado em todos os estados brasileiros sob diferentes condições edafoclimáticas e níveis de tecnologia, ocupando área de 17.495,4 mil hectares, ou seja, aumento de 5,3% em relação à safra 2017/18 (CONAB, 2019). O grão pode ser destinado ao consumo humano e animal, à produção de farinhas, fubá, farelos e óleo (CRUZ *et al.*, 2011). O desenvolvimento de híbridos mais produtivos e de cultivares adaptadas às condições de cultivo tem contribuído significativamente para o aumento no rendimento da cultura (CUSTODIO *et al.*, 2016), com expectativa de safra recorde, chegando próximo de 100 mil toneladas, representando um incremento de 23,9% em relação à de 2017/18 (CONAB, 2019).

O incremento de produtividade da soja e do milho se deve basicamente às diferentes pesquisas experimentais realizadas dentro do setor de produção dessas culturas. Dessa forma, mais importante que a instalação de um experimento, é fundamental que fatores como tamanho e forma de parcelas experimentais sejam planejados adequadamente. Porém, atualmente temos tamanhos de parcelas definidos com base na invariância das estimativas.

Segundo Suzuki (2018), a determinação do tamanho de parcela utilizada em um experimento exerce influência na precisão e no valor dos dados experimentais mensurados e, assim, diversas são as metodologias para realizar o cálculo do tamanho ideal de uma parcela experimental. Nesse sentido, grande parte dessas metodologias utilizam o coeficiente de variação (CV) como parâmetro mais utilizado, assim como o método de inspeção visual da curvatura máxima, a metodologia de máxima curvatura modificada, o método platô de resposta linear, o método platô de resposta quadrática, o método de Hatheway, e o método de Williams. Enquanto outros trabalhos utilizam a variância, como o método de Smith, o método modificado de Smith e o método da comparação de variâncias. Mas todos os métodos estão tendo por base a variância das estimativas, não sendo o valor estimado comparado ao valor real.

A produtividade máxima de uma cultura pode ser alcançada quando a planta dispõe de todos os elementos necessários para expressar todo o seu potencial produtivo e as condições ambientais favorecem o seu desenvolvimento. Contudo, os cultivos agrícolas estão submetidos a diversos fatores ambientais não controláveis, como seca, geada, chuva excessiva, granizo, ataque de pragas e doenças, capazes de ocasionar danos significativos e comprometer a produtividade da cultura. Logo, o rendimento das culturas está diretamente relacionado às condições ambientais (FOCHEZATTO; GHINIS, 2009).

Diante da frequência cada vez maior dos prejuízos causados nas lavouras, decorrentes das mudanças climáticas, nota-se a necessidade do seguro agrícola, que garante o pagamento da diferença entre a produtividade segurada e a produtividade alcançada até o limite máximo de indenização, que varia de acordo com o nível de cobertura contratado. As empresas seguradoras, por sua vez, estabelecem metodologias de avaliação para estimar as perdas ocorridas em consequência das adversidades climáticas, a fim de quantificar precisamente os danos e a real situação da lavoura (OZAKI, 2008). Porém não existem trabalhos de pesquisa que mensurem a eficácia da determinação dessas perdas, assim tanto o produtor que solicitar o seguro agrícola quanto a empresa seguradora, não possuem informações da margem de erro passível de ser cometida no processo de determinação de perdas.

Desta forma, esse trabalho teve dois objetivos, sendo o primeiro objetivo avaliar a relação que existe entre o tamanho da parcela na determinação do estande, da altura na maturação e também da produtividade estimada e real da soja. O segundo objetivo foi determinar o número de repetições dos diferentes métodos utilizados na determinação de produtividade e comparar as metodologias empregadas nessa determinação, em lavouras de soja e de milho, para fins de seguro agrícola.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 A CULTURA DA SOJA E DO MILHO

A soja (*Glycine max* (L.) Merrill) e o milho (*Zea mays* L.) são amplamente utilizados na alimentação humana e animal, tendo como subprodutos o farelo e o óleo. O farelo de soja é utilizado na alimentação animal por conta de seu potencial proteico, enquanto o óleo é voltado ao consumo humano e utilizado também pelas indústrias de cosméticos, farmacêuticas, de produção de plásticos, tecidos, biodiesel, entre outras (BRAMBILLA *et al.*, 2010, CONAB, 2019).

A cultura do milho se configura como uma das culturas de maior importância econômica em nível mundial e também ao nível de Brasil, em função de seu destaque como um dos principais ingredientes para a produção de rações animais, principalmente no que se refere à importância na competitividade do mercado brasileiro de carnes, o que aumentou gradativamente a produção deste cereal no Brasil (CALDARELLI e BACCHI, 2012).

De acordo com o relatório emitido em julho de 2019, o USDA (United States Department of Agriculture), estima que na safra mundial de 2019/2020 a produção de soja será de aproximadamente 347,04 milhões de toneladas (CONAB, 2019a). No décimo levantamento realizado pela USDA a previsão da safra mundial de milho 2019/20, é de 1,11 bilhão de toneladas, no entanto, nesse mesmo trabalho estima-se que a produção seja 11,1 milhões de toneladas menor que o registrado na safra anterior. No Brasil a produção prevista é de 101 milhões de toneladas, enquanto nos EUA a previsão da produção é de 347,8 milhões de toneladas (FIESP, 2020).

O Brasil se tornou um gigante na produção de alimentos, principalmente em razão da modernização do agronegócio que transformou o país em um dos maiores produtores e exportadores de produtos agropecuários do mundo. Assim, a soja e o milho se destacam como as principais commodities brasileiras (BEZERRA *et al.*, 2015). A expansão geográfica para regiões como o centro oeste do país permitiu que houvesse um crescimento rápido da produção de soja e milho e, em consequência, maior produtividade, muito em razão da inserção e difusão de novas tecnologias voltadas à produção agrícola (ARTUZO *et al.*, 2018).

Dessa maneira, a produção brasileira de grãos estimada para os 63,2 milhões de hectares de área plantada na safra 2018/19 foi de 242,1 milhões de toneladas, das quais a soja e o milho safrinha representam juntos aproximadamente 188,8 milhões de toneladas. No

estado do Paraná se produziu quase 37 milhões de toneladas de grãos desses 242,1 milhões (CONAB, 2019). Para a safra 2019/2020 a produção de soja é estimada em 123,2 milhões de toneladas, enquanto a produção de milho é de 252,2 milhões de toneladas no Brasil (CONAB, 2020).

Os programas de melhoramento genético da espécie e o advento de novas tecnologias, como o desenvolvimento de máquinas cada vez mais sofisticadas, têm contribuído para o aumento da produtividade e facilitado o manejo das culturas da soja e do milho, em extensas áreas de plantio (SILVA *et al.*, 2015; SALES *et al.*, 2016).

O papel social da soja tem sido de grande importância nos últimos anos, pois a cadeia produtiva da cultura engloba a geração de empregos, diretos e / ou indiretos, e seu cultivo tem se tornado cada vez mais atrativo devido à rentabilidade (ABIOVE, 2014).

No caso do milho, a área cultivada no Brasil tem crescido exponencialmente nos últimos anos, constituindo-se como uma das principais culturas no complexo agroindustrial, devido a fatores como o uso de novas tecnologias, melhoramento genético da espécie e o desenvolvimento de híbridos (ABIMILHO, 2015). Segundo destacam Souza *et al.* (2018), a produção de milho no Brasil, se concentra nas regiões Sul, Centro-Oeste e Sudeste. Dentre os principais estados produtores por ordem de produtividade se destacam Paraná, Mato Grosso, Minas Gerais, Bahia e Pará. Esse sistema produtivo ainda está dividido em safra normal e safrinha, sendo que na safrinha, a semeadura é realizada logo após a colheita da soja, permitindo utilizar-se do mesmo local e aproveitando os resíduos de fertilizantes disponibilizados no solo para a cultura da soja.

O milho safrinha compôs mais de 70% da produção total brasileira do grão na safra 2018/19 devido às condições ambientais favoráveis, com previsão de produção recorde de 73,8 milhões de toneladas, crescimento de 36,9% sobre a safra de 2017/18 (CONAB, 2019b). Esse cultivo assegura renda ao produtor e, também, serve como base de sustentação em pequenas propriedades rurais, possibilitando a otimização dos fatores de produção e contribuindo para o abastecimento de grãos (SOUZA *et al.*, 2011, REIS *et al.*, 2016).

De acordo com Maes (2015), em razão da importância econômica e estratégica do milho, diversas pesquisas são realizadas com o objetivo de alcançar todo o seu potencial de produtividade, o também ocorre para a soja. Dessa maneira, anualmente diversos experimentos com essas culturas são conduzidos, buscando investigar diferentes aspectos que vão desde a fisiologia, morfologia, tolerância a estresses bióticos e abióticos, e a produtividade de grãos. Assim, é fundamental que esses experimentos sejam conduzidos de maneira rigorosa e dessa forma seja possível obter o sucesso almejado, porém nos trabalhos

de pesquisa evidenciamos tamanhos de parcela diferenciados, exigindo estudos relacionados a esse tema para essas culturas.

Cabe ressaltar que o rendimento das culturas é influenciado pelo clima, pois as condições climáticas observadas durante o período de desenvolvimento das plantas afetam diretamente a produção (FOCHEZATTO; GHINIS, 2009). O setor agrícola está sujeito a riscos que envolvem, dentre outros, fatores ambientais não controláveis, como seca, geadas, excesso de chuvas e geadas. Com o intuito de minimizar despesas com esses riscos o produtor lança mão do seguro agrícola, porém, quando ocorre o acionamento do seguro, torna-se necessário acompanhar e estimar a produtividade da área. Aqui evidenciamos a importância de estudar o processo de determinação da produtividade das culturas de soja e milho.

2.2 A PRECISÃO EXPERIMENTAL

Dentro da área de atuação da experimentação agrícola temos alguns obstáculos relacionados à condução de experimentos, sendo que o maior deles é a comparação entre tratamentos com a maior precisão possível, no intuito de se chegar a conclusões seguras a partir dos resultados observados. Sabe-se, portanto, que para isso é necessário que a escolha adequada do delineamento experimental, do número de repetições, do tamanho de parcela, do manejo de pragas, doenças e plantas daninhas seja criteriosa (RAMALHO *et al.*, 2005).

Silva (2009) destaca que a alta precisão experimental é imprescindível para que haja sucesso em um programa de melhoramento, pois cada vez mais diminui-se a diferença entre genótipos, principalmente de espécies que têm sido constantemente melhoradas. Dessa forma, constata-se que a manutenção dos ganhos genéticos por meio da seleção é dependente dentre outros aspectos, do aumento na precisão experimental. Entretanto, para a realização de ensaios com alta precisão é fundamental o planejamento correto, o qual basicamente inicia-se na decisão do tamanho adequado da parcela ou unidade experimental.

Neste sentido Storck *et al.* (2000), destacam que tal precisão experimental está diretamente ligada às variações da área em que se instalam os experimentos, não importando se as áreas já apresentavam variações antes de aplicados os tratamentos ou naturalmente no decorrer do experimento. Essas condições aumentam a heterogeneidade entre as parcelas e conseqüentemente entre os resultados coletados, aumentando o que conhecemos por variação ao acaso, variação experimental ou erro experimental.

Existe uma relação direta entre o aumento na precisão experimental e a consequência da otimização do tamanho da parcela, uma vez que a variação gerada dentro da parcela por causas não controláveis acaba sendo diluída no tamanho da mesma. Sendo assim, uma implicação direta dessa assertiva é que a contar de escolhido o tamanho otimizado da parcela, aumentos adicionais em precisão ainda poderão ser obtidos com a utilização de um maior número de repetições, o que também visa a diluir os efeitos não controlados aos quais a parcela encontra-se sob influência (CARGNELUTTI FILHO *et al.*, 2012).

Strenske (2016) ressalta que quando o erro experimental ocasionado a campo for grande, as análises estatísticas para comparação de resultados serão influenciadas e que esse fato impede a constatação de possíveis diferenças ou igualdades entre os tratamentos. Por mais homogêneas que as áreas sejam e que as condições experimentais nas quais o ensaio seja exposto mantenham-se controladas, pequenas variações no decorrer da experimentação agrícola sempre ocorrerão, tornando-se de menor expressão quanto mais observações foram realizadas em tal área. Dessa forma, quanto maior a parcela experimental utilizada, maiores as chances da representatividade da área, uma vez que pequenas parcelas poderão não expressar com legitimidade as características da área experimental (STRENSKE, 2016).

Deve-se, portanto, ser cauteloso e criterioso na escolha do local de instalação dos experimentos, no delineamento a ser implementado, no número de repetições, no tamanho e forma da parcela. Ainda devemos nos atentar para a condução dos experimentos, evitando ao máximo influências diretas ou indiretas na precisão experimental, pois essa deve comprovar a veracidade dos fatos propostos para ser aceita e basear-se nos princípios básicos para que se mantenha a confiabilidade dos resultados.

Conforme Banzatto e Kronka (2008), são designados à experimentação três princípios. O primeiro princípio é o da repetição, em que descreve que o resultado de apenas uma parcela não comprova superioridade, havendo a necessidade de se obter resultados semelhantes em demais parcelas para comprovação. O segundo princípio é o de casualização, pelo qual os tratamentos devem ser dispostos de forma casual na área experimental para que nenhum seja beneficiado por fator externo, e; o terceiro princípio é o de controle local, que consiste no emprego de uma área de estudo homogênea, sendo possível subdividi-la para atender a esse pressuposto.

Cargnelutti Filho e Storck (2007), justificam que um componente da estatística experimental que comprova a confiabilidade de ensaios é o coeficiente de variação (CV), sendo um mecanismo adequado para a classificação da precisão de experimentos, estando associado à medida e à variação residual. Porém, Storck *et al.* (2010) afirma que ensaios com

CV alto não devem ser desprezados, pois também são passíveis de explicação, pois considera que esta é uma medida dependente da média e de fatores como a característica avaliada, a área de cultivo e manejo empregado, além da metodologia e do manejo utilizado pelo avaliador durante as mensurações.

A precisão experimental é fator importante em um experimento, pois permite uma eficiente comparação de tratamentos. Dessa maneira, quando a amplitude da diferença a ser identificada é baixa, ou o erro experimental é grande, ou ainda o número ideal de repetições é muito elevado diante dos recursos disponíveis, é preciso que sejam realizadas pesquisas buscando diferentes maneiras de maximizar a precisão experimental, dentre um dos fatores de mudança está a modificação do tamanho da parcela (DIAS, 2014; SILVA, 2014).

2.3 TAMANHO ÓTIMO DE PARCELA EXPERIMENTAL

De acordo com Storck *et al.* (2000), em avaliação de campo, a parcela se refere ao conjunto de plantas cultivadas em uma determinada faixa. Assim, as parcelas devem necessariamente ter o número de plantas adequadas, que permitam ao pesquisador estimar de forma precisa as características que são alvo da pesquisa. González (2013) ressalta que a estimação do tamanho de parcela não é algo simples, e sim complexo, em razão das inúmeras variáveis que fazem parte do processo experimental.

A constante busca pela determinação do tamanho ideal das parcelas experimentais tem sido alvo de pesquisas e assim tem recebido grande atenção dos pesquisadores, pois o tamanho da parcela não afeta somente a precisão como também afeta o custo dos experimentos (MAES, 2015). Segundo ressaltam Viana *et al.* (2003), os valores de dados e a precisão experimental são influenciados diretamente pelo tamanho da parcela.

Nesse sentido, observa-se que as áreas experimentais têm sido utilizadas de forma intensiva pelos pesquisadores, o uso muitas vezes está associado à maximização dos recursos financeiros, logísticos, e de pessoal, e que por consequência permitam aos pesquisadores a obtenção de resultados eficientes, satisfatórios e com maior rapidez e confiabilidade. No entanto, é fundamental que o tamanho e forma das parcelas experimentais sejam adequados, pois eles podem influenciar diretamente na área total a ser usada em um experimento (MARTIN *et al.*, 2007).

O aumento do tamanho da parcela em comprimento e largura, provoca uma diminuição no coeficiente de variação (RAMALHO *et al.* 1977), no entanto, no trabalho realizado por Storck *et al.*, (2000) foi ressaltado que se deve recomendar a utilização do

menor tamanho de parcela baseando-se em predeterminações de trabalhos sobre planejamento experimental já realizados, e aumentar o número de repetições para se obter a precisão desejada. Porém, Ramalho (2005) enfatiza que quando da existência de erro alto dentro das parcelas, pode-se diminuir a variância aumentando-se o número de indivíduos por parcela. Assim o autor, ressalta que uma forma de obter melhor precisão de experimentos pode ser obtida com o aumento da área experimental. Dessa forma, observa-se que nos trabalhos mencionados nos experimentos realizados em 1977 era indicado o aumento de repetições, e no ano de 2005, o indicado era aumentar o tamanho da parcela, para se aumentar a precisão de um experimento.

Martin (2004) enfatiza que fatores como a heterogeneidade do solo e do material utilizado em um experimento, pode ser diminuída ou até mesmo controlada por meio de parcelas experimentais com tamanhos adequados e que possam anular os efeitos gerados pelo solo.

Para a cultura do milho, de acordo com Paranaíba *et al.* (2009), é necessário que o pesquisador defina o tamanho de parcela ideal em sua metodologia de trabalho, pois ela influencia na redução do erro experimental e no aumento da eficiência do experimento conduzido.

Martin *et al* (2005) realizaram um experimento com o objetivo de avaliar a influência de diferentes bases genéticas de milho relacionado ao tamanho de parcela e número de repetições, os autores observaram que o tamanho ótimo de parcela foi de 3,86m², desta forma os autores chegaram à conclusão que existe grande heterogeneidade do solo e por esse motivo a necessidade de parcelas maiores para a obtenção de resultados com maior confiabilidade.

Existe uma vasta gama de métodos para se encontrar tamanhos ótimos de parcela para experimentos com milho, tendo como pressuposto a variação da parcela de uma unidade básica e o valor de heterogeneidade que tem ligação direta com as dimensões de parcela, ou seja, o tamanho ideal de parcela depende do tamanho da unidade básica (STORCK *et al.*, 2006).

Segundo Leite, Peternelli e Barbosa (2006), para se resolver a problemática da determinação do tamanho ótimo de parcelas, ao longo dos anos metodologias foram desenvolvidas e se tornaram mais eficientes e específicas para suprir a necessidade das pesquisas, em que se utilizaram de ferramentas estatísticas que permitem a estimação cada vez mais precisa dos parâmetros de interesse dos pesquisadores.

2.3.1 Métodos de estimação de tamanho ótimo de parcelas

Diversos são os métodos utilizados para a estimação do tamanho ótimo de parcela. É fundamental escolher quais métodos devem ser utilizados para a determinação do tamanho ótimo de parcela, no entanto, é obrigatório que a escolha seja fundamentada em uma avaliação crítica de seus resultados, levando em consideração os conhecimentos práticos e técnicos da cultura a ser implantada (PARANAÍBA; FERREIRA; MORAIS, 2009).

Brito *et al.* (2012), salientam que uma forma de maximizar a qualidade dos experimentos consiste na aplicação de metodologia adequada e que esteja fundamentada em regras objetivas, que possam diminuir de maneira eficiente o erro experimental e por consequência aumentar e melhorar o número de informações que são obtidas em um experimento. Os autores, ressaltam a importância de se utilizar então métodos adequados que permitam a determinação do tamanho ótimo de parcelas.

Neste sentido Cargnelutti Filho *et al.* (2011), ressaltam que dentre os diferentes métodos existentes para a determinação do tamanho de parcela ideal para experimentos com soja, destacam-se os métodos de Smith, Informações Relativas, Hatheway, Pimentel Gomes, Inspeção Visual da Curvatura Máxima com os Coeficientes de Variação (CV), Curvatura Máxima Modificada do CV, Modelo Lineares Segmentado do CV com Resposta Platô, Modelo Quadrático Segmentado de CV com Resposta Platô e também o Método de CV Máxima Curvatura. No entanto, todos esses métodos estão relacionados à variação gerada entre e / ou dentro das unidades básicas estudadas (precisão das medidas), deixando de lado a questão da exatidão das medidas (valor medido próximo ao valor real).

A “Lei da Variância de Smith”, foi desenvolvida de forma empírica, com o objetivo de determinar o melhor tamanho da parcela. Neste método era calculado o coeficiente de regressão “b” entre o logaritmo do número de unidades e o CV do experimento. Desta forma, o valor de “b” dimensiona a heterogeneidade do solo e, seu valor esperado tem variância de zero a um, tendo valores considerados baixos em solos homogêneos e altos em solos heterogêneos (SMITH, 1938).

De acordo com Viana *et al.* (2003) e Donato (2007), na metodologia da máxima Curvatura Modificado, quando é realizada a determinação algébrica do ponto de máxima curvatura X_0 obtém-se maior precisão nos resultados, pois a relação entre o CV e o tamanho de parcela é evidenciada através da equação de regressão, no entanto, os valores gerados não são necessariamente inteiros.

De acordo com Mattos (2014), a análise de dados por meio do modelo clássico de regressão, é conhecido e denominado como modelo normal linear, sendo esta uma das técnicas mais utilizadas para a estimação de resultados. No entanto, em muitas situações práticas, algumas de suas suposições, como a normalidade e a linearidade nos parâmetros, não são respondidas de maneira satisfatória. Nessas condições procura-se fazer uso de modelos de regressão não linear e dos modelos lineares generalizados para contornar essas suposições.

Na metodologia da análise de regressão não linear, o objetivo é verificar a existência de uma relação funcional significativa que possa ocorrer entre uma variável e uma ou mais outras variáveis, desta forma, obtendo-se uma equação que explique a variação da variável dependente pela variação disponível ou variável independente (PEIXOTO, 2009).

Storck *et al.* (2006), observaram que na análise de covariância, a técnica tem uma variável mensurada no decorrer do experimento sendo usada para o ajuste da variável que é objeto do estudo buscando assim a redução do erro experimental.

Segundo observado por Ferreira (2006), dentre os modelos segmentados existentes, destaca-se o modelo platô de resposta linear (LRP). Essa metodologia possui dois segmentos, em que o primeiro descreve uma reta crescente ou decrescente o que é dependente do valor de β_1 da equação, indo até uma determinada altura P que é o platô. Partindo deste ponto, o valor Y_i assume um valor constante P, que é o segundo segmento.

Buscando o aperfeiçoamento do método de inspeção Visual da Curvatura Máxima, e desta maneira eliminar os problemas ligados à dependência do tamanho da parcela em relação à escala dos eixos coordenados, foi proposta por Lessman e Atkins (1963) uma mudança na metodologia. Essa mudança fundamenta-se no método empírico de Smith (1938), o qual se baseia na representação da relação entre o coeficiente de variação e o tamanho da parcela.

O modelo proposto por Papadakis (1937) consiste em um método de ajuste espacial fundamentado na análise de covariância, que utiliza as médias dos erros experimentais que são calculadas entre as parcelas vizinhas como covariável, diminuindo assim a variação advinda do erro experimental. De acordo com Cargnelutti *et al.* (2003), uma das vantagens desta metodologia é a dispensa da mensuração como covariável, que ocorre na condução dos experimentos, mostrando-se eficiente também na diminuição do erro experimental em experimentos para culturas como feijoeiro, soja, milho, eucalipto. Segundo Storck *et al.* (2008), a utilização do método de Papadakis demonstra sua eficiência por meio da melhora dos indicadores de precisão experimental em ensaios de soja e milho.

A maioria das metodologias existentes para a determinação do tamanho ótimo de parcelas está baseada na utilização de ensaios em branco, que são conhecidos também como

ensaios de uniformidade. Nestes casos, toda a área experimental é cultivada utilizando apenas uma única cultivar, e assim usando de práticas idênticas de manejo, sem efeito de tratamentos (DIAS, 2014).

A exatidão das medidas não pode ser aceita a partir da quantificação em experimentos em branco, uma vez que a produtividade total da área seria obtida pela soma da produtividade das unidades básicas. Como cada unidade básica tem uma estimativa de produtividade e um erro associado a ela, o erro total de produtividade teria todos os erros de produtividade das unidades básicas. Para superar essa dificuldade pode ser necessário implantar um experimento com os tratamentos distribuídos aleatoriamente dentro de uma área maior que seria representada.

A determinação do tamanho de parcela em soja correlaciona-se com a área de sua determinação, sendo influenciada pelas condições ambientais, pelos genótipos cultivados e pelo método empregado para sua determinação. Assim a determinação ideal do tamanho da parcela deve ocorrer em mais de uma área de cultivo ou experimento para as diferentes características a serem avaliadas, garantindo resultados com maior confiabilidade (CARGNELUTTI FILHO *et al.*, 2009).

Moraes (2013), salienta que há uma tendência em aumentar o tamanho das parcelas com o avançar do programa de melhoramento populacional de uma cultura, pois quanto mais avançada for a população, maior será o tamanho das parcelas necessárias para que os genótipos que compõem a população possam se expressar. O autor ressalta que, com o avanço de gerações, acaba por ocorrer uma redução na variação dentro das parcelas, o que necessitaria de um número maior de plantas para que seja detectada tal variação e realizar a seleção.

O Serviço de Proteção de Cultivares que é desenvolvido pelo Ministério da Agricultura usa o coeficiente de variação (CV) em ensaios de valor de cultivo em casos de registro de cultivares. Dessa maneira, em ensaios com soja o CV para ser utilizado deve ser de no máximo 20% (BRASIL, 2018).

2.3.2 Tamanhos de parcelas em experimentos agrícolas

De acordo com Lin; Morrison; Binns, (1996) por meio da utilização do tamanho ótimo de parcela é possível que seja reduzido o erro experimental, entretanto muitos pesquisadores optam pelo uso de tamanhos de parcelas fundamentados em estudos empíricos que muitas vezes não são condizentes com a realidade da área experimental ou com a cultura objeto de

estudo. No entanto, esta prática não é recomendada, pois a determinação do tamanho ótimo de parcela está ligada à cultura e à heterogeneidade do local experimental.

Nesse sentido Barbeta *et al* (2004) ressaltam que a determinação do tamanho de amostra tem sido proporcional à variabilidade dos dados e como consequência a confiabilidade desejada na estimativa da média, e assim se mostra inversamente proporcional ao erro de estimação que é permitido a priori pelo pesquisador. Assim, diversos trabalhos foram realizados e publicados para diversas culturas para determinação do tamanho de parcelas em experimentos agrícolas.

Trabalhos com diferentes tamanhos de parcela para analisar características agrônomicas têm sido estudados na cultura da mandioca (VIANA *et al.*, 2003), do trigo (LORENTZ *et al.*, 2007), milho (CARGNELUTTI FILHO *et al.*, 2011) e cafeeiro (FIRMINO *et al.*, 2012). Informações sobre planejamentos experimentais para a cultura da soja foram inicialmente produzidas por pesquisas estrangeiras servindo como base para a execução de experimentos no Brasil. Autores como Odland e Garber (1928) determinam que 4,88 m² é o melhor tamanho de parcela; Weber e Horner (1957) encontraram a área de 4,50 m² para a cultura da soja. Já Brim e Mason (1959) apresentaram tamanhos ótimos de parcelas superiores aos demais autores, de 7,81 m².

Pesquisas realizadas no Brasil em experimento conduzido no Rio Grande do Sul por Pignarato e Gonçalves (1972) obtiveram que o melhor tamanho de parcela corresponde a 1,80 m² podendo ser estendido até 3,60 m² sem perder a precisão. Já Martin *et al.* (2005) obtiveram o tamanho ideal de parcela para a cultura da soja através do método da máxima curvatura modificada como sendo de 3,96 m², corroborando com Gonzáles *et al.* (2015), que concluíram que o tamanho de parcela ideal para avaliar a cultura da soja variedade BMX POTÊNCIA varia de 4 a 5 m². Contudo, tamanhos de parcelas superiores foram verificados por Martin *et al.* (2007), que estudando metodologia experimental para soja em condições de restrição de espaço, constataram a necessidade de 8,14 m² de tamanho de parcela, sendo esta ideal para a cultura da soja.

Com o objetivo de comparar as estimativas do tamanho ótimo de parcela entre épocas de avaliação no mesmo ano e entre anos, Santos (2014), testou dois ensaios de uniformidade com feijão guandu nas safras 2011/2012 e 2012/2013. No ano agrícola 2011/2012, foram avaliados 16 ensaios com 36 unidades experimentais básicas (UEB) de 1m². Na segunda época foram avaliados 24 ensaios compostos por 36 UEB de 1m². O autor concluiu em seu estudo que o tamanho ótimo de parcela para a avaliação da massa verde da parte aérea de feijão guandu apresentou diferença significativa entre as épocas de avaliação no

mesmo ano (pelo teste t - Student), entretanto, não houve diferença significativa (pelo teste de Tukey) entre os anos agrícolas, independente da época de avaliação. O autor justificou a diferença significativa pelo teste t em razão das diferenças identificadas que evidenciaram a variabilidade existente na área experimental, o que mostra que as parcelas vizinhas estavam localizadas em ambientes contrastantes, e assim um aumento no tamanho de parcela pode minimizar esses efeitos. Dessa maneira, o autor observou que o tamanho ótimo de parcela foi estimado em $8,39\text{m}^2$ o que contempla todas as épocas de avaliações dos dois anos agrícolas experimentados, visto que não houve diferença entre os anos.

Cargnelutti Filho *et al.* (2014), com o objetivo de determinar o tamanho ótimo de parcela e o número de repetições para avaliar a massa verde de aveia preta, realizaram 18 ensaios de uniformidade em parcelas de 64m^2 (8m x 8m). Os autores concluíram que o tamanho ótimo de parcela na avaliação da massa verde de aveia preta é de 4,14 unidades experimentais com área útil de $4,14\text{m}^2$ (1m^2).

O trabalho realizado por Silva (2009), com o objetivo de definir o tamanho da parcela e o efeito da bordadura em experimentos com o meloeiro, conduziu três ensaios em branco, em que as parcelas eram formadas por 12 linhas de 20 metros com espaçamento de 2,0 x 0,5 m, totalizando 480 unidades experimentais básicas de 1m^2 .

Quando se faz uma pesquisa, independente do que se trata, se o objetivo for encontrar diferença estatística, é necessária a precisão dos dados e, por consequência, idealizar o tamanho de parcela (MENDONÇA NETO *et al.*, 2004). De acordo com os resultados obtidos por Cargnelutti Filho *et al.* (2011), o tamanho ótimo de parcela para caracteres morfológicos é diferente dos produtivos.

Para avaliação de produtividade Storck e Uitdewilligem (1980) indicam parcelas de 5m^2 . Para Cargnelutti Filho *et al.* (2011) o tamanho ótimo de parcela para avaliação de milho simples é de $4,80\text{m}^2$. Barbeta *et al.* (2004), ressaltam que a determinação do dimensionamento do tamanho ótimo de amostra pode melhorar a eficiência da pesquisa, o que permite ao pesquisador obter estimativas com precisão desejada.

Segundo Moraes (2013), é comum em experimentos agrícolas que a definição do tamanho da unidade básica experimental seja apenas baseada na experiência do pesquisador e na disponibilidade de recursos, o que pode gerar informações de baixa confiabilidade em um experimento.

2.4 CONDIÇÕES RELACIONADAS À PRODUÇÃO DAS PLANTAS E A AMOSTRAGEM

As condições climáticas adversas influenciam negativamente a produtividade agrícola e, conseqüentemente, afetam a produção e o retorno econômico ao produtor. Logo, o rendimento da cultura computa os efeitos das condições de campo sobre o desenvolvimento das plantas, sofrendo influência do manejo, nível tecnológico, material genético, solo e clima.

A produtividade de uma cultura é determinada pela interação entre o genótipo e o ambiente de produção. Altos rendimentos serão obtidos quando a cultura estiver exposta a condições ambientais favoráveis durante seu desenvolvimento, além da necessidade de fornecer tratos culturais que proporcionarão à cultura um ambiente ideal para o seu crescimento, com maior tolerância aos estresses ambientais e ataques de pragas e doenças. Contudo, na implantação da área de cultivo necessita-se prudência para a escolha das cultivares recomendadas para cada região atentando-se para espaçamentos, densidades e épocas de plantio recomendados (VERNETI, 2008).

O fotoperíodo e a temperatura exercem influência sobre o número de ramos reprodutivos e a taxa de desenvolvimento. Esses fatores também refletirão no potencial produtivo da cultura da soja ou do milho. Segundo Rodrigues *et al.* (2005) e Stülp *et al.* (2009), a semeadura tardia pode ocasionar perdas da ordem de 30 a 50% na produtividade de grãos já na época de safrinha, e pode acarretar perdas de até 70% quando comparada à época de semeadura recomendada.

O pleno estabelecimento do número de vagens/planta e de grãos/vagens de determinada cultivar são, conforme Navarro Júnior e Costa (2002), fundamentais para produtividade de grãos de soja além da necessidade de se ter elevada qualidade fisiológica das sementes utilizadas na semeadura. Sendo que a preservação desta qualidade se torna dependente, segundo Smaniotto *et al.* (2014), de uma boa plantabilidade da lavoura que reflete diretamente na uniformidade de plantas, constituindo um estande com população ideal que culminará em boa produtividade.

Dentro do sistema produtivo precisamos intervir sempre que uma condição indesejável acontece, exigindo a quantificação dos prejuízos para assegurar o melhor momento da intervenção. Para essa quantificação faz-se necessário lançar mão de processos de amostragens, os quais são discutidos e apresentados como eficientes ou não, para uma dada condição.

De acordo com Guimarães (2008), a utilização de uma amostra probabilística é a melhor recomendação que se deve realizar a fim de garantir a representatividade dessa amostra, já que o acaso é o único encarregado por possíveis diferenças entre população e amostra.

Em casos em que a única possibilidade é a utilização de uma amostra não probabilística é necessário ter o conhecimento de que as conclusões podem ter algum tipo de limitação. O delineamento amostral a ser adotado em um levantamento deve abranger as características de organização dos elementos a serem amostrados, permitindo assim que seja realizada uma eficiente coleta de dados buscando a precisão dos mesmos, e a redução de tempo e custo (CZERMAINSKI; RIBOLDI, 2012).

Para Thomsen (1997), entre determinações repetidas, uma das medidas de concordância é a precisão da série de medições. Sendo assim, a precisão é normalmente quantificada como o desvio padrão de uma série de medidas, enquanto a exatidão de uma medida está na distância estimada entre a medida e um valor que pode ser considerado “verdadeiro”, “nominal”, “tomado como referência”, ou “aceito”. Normalmente a exatidão é expressa como um desvio ou desvio percentual de um valor conhecido.

Nesse sentido, entende-se que uma das maneiras de se avaliar a qualidade do resultado de um experimento é pelo conceito de exatidão, que está diretamente ligado à proximidade da medida com seu valor alvo. Por outro lado, outra qualidade igualmente importante de uma medida experimental é o seu grau de precisão, que está relacionada à dispersão que ocorre entre as medidas repetidas sob as mesmas condições de experimento. Dessa forma, as medidas precisas têm menor dispersão, sendo que, quando em repetição, elas possuem a tendência de fornecimento dos mesmos resultados, não necessariamente valores próximos do valor alvo buscado. Então, diferente do que ocorre com o conceito de exatidão, a avaliação da precisão de uma média não irá levar em consideração o valor verdadeiro (LIMA-JÚNIOR *et al.*, 2012).

De acordo com o que ressalta Moura (2008), o tamanho da amostra precisa fazer a representação adequada do valor da parcela, de forma que se a amostra tiver um tamanho reduzido, esta não pode representar a população em estudo, o que deverá levar à obtenção de estimativas de baixa precisão. O autor salienta ainda que, em amostras muito grandes, irá ocorrer um gasto maior de recursos e tempo mesmo que essas possam representar melhor a parcela.

No trabalho realizado por Catapatti *et al.* (2008), os autores salientam que a maioria dos estudos com o milho em que se avaliam parâmetros de produtividade e de qualidade de

grãos, a avaliação é realizada por meio de amostragens dentro das parcelas experimentais. No entanto, é fundamental reconhecer que quanto maior o tamanho da amostra, maior será a precisão amostral e experimental e, por consequência, haverá a diminuição do coeficiente de variação. Essa relação ocorre em razão de que um aumento no tamanho da amostra (n) irá reduzir a variância da média amostral (S^2_x), pois $S^2_x = S^2 / n$. No entanto, esses autores ressaltam que o problema da determinação do tamanho amostral adequado possui outras características que precisam ser consideradas. Pois, quanto maior for o tamanho amostral, na mesma proporção serão o tempo e os gastos com a amostragem. Entretanto, pequenas amostras poderão resultar em menor precisão, o que é indesejável para a experimentação.

Na pesquisa de Martin *et al.* (2007), a determinação de um plano de amostragem para a cultura do milho permitiu aos pesquisadores observarem que é possível utilizar os mesmos tamanhos de amostras para diferentes tipos de tratamentos. No entanto, é necessário que seja mantido fixo o grau de precisão e o número de repetições.

Com o objetivo de quantificar o tamanho de parcela experimental e o tamanho da amostra para avaliar a produção de grãos de café, Moraes (2013), utilizou o método de reamostragem, o método da curvatura máxima do coeficiente de variação e o método do modelo linear segmentado com platô. Diante dos resultados obtidos, o autor observou que a utilização de parcelas experimentais compostas por 13 plantas foi adequada para a obtenção de estimativas legítimas e com alta precisão experimental dos parâmetros objetivados.

De acordo com Czermainski e Riboldi, (2012), uma das metodologias de amostragem útil utilizada para a fruticultura, principalmente quando é necessário realizar o monitoramento de pragas e doenças, é a amostragem sequencial, em que o tamanho da amostra não tem um valor fixo, e sim variável. Ou seja, está diretamente ligado aos níveis de infestação ou de sintomas que são encontrados, referindo-se a níveis de ação e níveis de dano. Dessa maneira, a amostragem é suspensa, ou ainda pode ser realizada a vistoria de mais plantas, por fim é realizada uma medida de controle a fim de evitar maiores danos econômicos para a cultura.

Além das amostragens para determinar o nível de infestação de pragas e doenças, de amostragens para mensurar características das plantas em experimentos, ainda temos a condição de amostragem para determinar a produtividade da cultura de interesse. Essa amostragem é realizada para projeções e planejamento futuro além de ser imprescindível quando da utilização de seguro agrícola.

2.5 SEGURO AGRÍCOLA

O seguro agrícola é um pilar fundamental dentro das estratégias de modernização e estabilização da renda dos agricultores de relevância primária, juntamente com aumento na produtividade, competitividade e inclusão financeira como meio de estabelecer segurança alimentar e autossuficiência para toda a nação (FAO, 2017).

O seguro agrícola é um mecanismo que transfere o risco econômico da atividade para outro agente, ou seja, o produtor transforma uma despesa futura e incerta de alto valor em uma despesa antecipada e certa com valor relativamente menor mediante um contrato. Neste contrato a seguradora garante ao segurado o pagamento de indenizações no caso de eventuais prejuízos em decorrência do clima (OZAKI *et al.*, 2010).

Os riscos agrícolas são iminentes para qualquer cultura e são inerentes às atividades agropecuárias, entretanto existem estratégias e técnicas para reduzir estes riscos, como diversificação de culturas, reservas financeiras, atividade extra com renda, contratação terceirizada para a produção e/ou comercialização, antecipação da negociação de preços, contratos futuros, financiamento condicional de insumos e obtenção de seguros (FORNAZIER *et al.*, 2012).

Em 1996, foi criado, no Brasil, pela EMBRAPA, o Zoneamento Agrícola de Risco Climático ZARC – que tem o objetivo de evitar perdas agrícolas provocadas por condições meteorológicas adversas. Essa ferramenta orienta o produtor rural sobre qual é a melhor época de plantio e semeadura das culturas além de ser um instrumento de política agrícola e de gestão de riscos na agricultura. Essa ferramenta vem sendo aperfeiçoada constantemente com novas tecnologias e informação qualificada que incorporam mais variáveis climáticas e abrem possibilidades para geração de zoneamentos de risco para diferentes expectativas ou produtividades esperadas (ZARP). As estratégias de gestão de risco devem ser implantadas e incorporadas efetivamente, somente em 2017 houve R\$ 820 milhões de indenizações por sinistros. No entanto, utilizar uma ferramenta de gestão de riscos é fundamental para a mitigação de perdas para o mercado e para o produtor rural.

Sem a rede de segurança do seguro agrícola, a cada intempérie climática que possa acontecer como seca, inundações ou tempestade, pode-se afastar os agricultores da terra, assim o seguro agrícola se torna um instrumento eficaz para mitigar essa pressão (MEUWISSEN *et al.*, 2018). Neste contexto, o seguro da atividade agrícola pode ser visto como uma ferramenta que garante a estabilidade da renda aos produtores.

De acordo com Babcook, Hart e Hayes (2004) o seguro agrícola é o instrumento de gerência de riscos mais usado pelos produtores agrícolas nos EUA, no entanto as taxas cobradas pelos prêmios atualmente estão bem longe de serem consideradas justas. Haja vista que os produtores que apresentam riscos mais elevados de produtividade estejam aumentando os níveis de coberturas de suas áreas, já os produtores com risco baixo ou moderado não estão. Isso acaba sendo prejudicial para o seguro como um todo, sendo que a tendência a perdas e indenizações é bem mais alta, o que faz com que as taxas dos prêmios dos seguros sejam maiores.

Segundo Ozaki (2008), no Brasil, o mercado de seguros passa por um momento de expectativa no que diz respeito à abertura do mercado de seguros e resseguradoras internacionais. Uma vez que o governo federal e estadual tentaram impulsionar as operações de seguros agrícolas do país por meio de subvenções dos prêmios pagos aos produtores rurais. Os autores depositaram positividade quanto à demanda, no entanto a oferta tem demonstrado uma tendência mais conservadora no que se trata de região ou cultura, no intuito de não concentrar riscos e, portanto, minimizar prejuízos.

A contratação do seguro agrícola tem o objetivo de indenizar o produtor caso ocorram perdas na produção, ou seja, se a produtividade agrícola no final de determinado período for menor que a produtividade garantida, a empresa seguradora deve pagar a indenização ao segurado (OZAKI *et al.*, 2017). O valor pago é calculado pela diferença entre a produtividade garantida e a produtividade real, e está limitado ao valor máximo de cobertura contratado. Em geral, o produtor tem a opção de escolher o nível de cobertura (MIQUELETO, 2011).

Na apólice de seguro são descritas as especificações do contrato, como os riscos cobertos e os excluídos, a produtividade esperada e a segurada e o prêmio – preço pago para contratar o seguro (OZAKI; SHIROTA, 2005).

A perda no rendimento da cultura deve ser mensurada a fim de estabelecer sua magnitude e extensão para o pagamento do seguro agrícola ao produtor (OKAZI, 2008). As empresas seguradoras, por sua vez, estabelecem metodologias de avaliação para estimar as perdas ocorridas em consequência das adversidades climáticas, a fim de quantificar precisamente os danos e a real situação da lavoura (MEIRA, 2013). A estimativa de perdas pode ser realizada por diferentes metodologias (COMPAGNON *et al.*, 2012).

2.6 MÉTODOS DE DETERMINAÇÃO DA PRODUTIVIDADE

Em experimentos com a cultura da soja, alguns autores avaliam a produtividade através da colheita manual ou mecanizada das linhas centrais da parcela e, a partir da área útil colhida se extrapola o resultado para kg ha^{-1} (PÁDUA *et al.*, 2010; SILVA *et al.*, 2015; TSUKAHARA *et al.*, 2016), assim como no milho (ANDREOTTI *et al.*, 2008; CUNHA *et al.*, 2014; NARIMATSU *et al.*, 2014; SILVA *et al.*, 2015).

Rodrigues *et al.* (2005) enfatizam em seu trabalho que as metodologias de comparação de produtividade são em grande parte modelos matemáticos que são usados para a simulação de resultados fundamentados em observações ligadas à fisiologia e ao estágio fenológico das plantas, bem como às condições climatológicas. Existem diferentes métodos de determinação da produtividade em condição de campo, podendo os mesmos ser divididos em manuais e mecanizados, cada um com suas particularidades.

2.6.1 Método de amostragem manual

As avaliações de produtividade pelo método de amostragem manual da soja e milho são realizadas adotando o seguinte procedimento:

I) Estratificar a área em glebas homogêneas, de acordo com o nível de dano e potencial produtivo;

II) De acordo com o tamanho de cada gleba, realizar o número de amostras proporcionalmente, nunca em bordaduras, sobre terraços ou qualquer outro local não representativo da lavoura avaliada. A escolha dos pontos a serem amostrados em cada gleba, deve seguir a seguinte disposição da Figura 1 (definição de pontos de amostragem).

Área (ha)	Quantidade de Amostras	Distribuição das amostras									
01 a 50 ha	Mínimo de 04	<table style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr><td>x</td><td>x</td></tr> <tr><td>x</td><td>x</td></tr> </table>	x	x	x	x					
x	x										
x	x										
50,01 a 100 ha	Mínimo de 05	<table style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr><td>x</td><td>x</td></tr> <tr><td></td><td>x</td></tr> <tr><td>x</td><td>x</td></tr> </table>	x	x		x	x	x			
x	x										
	x										
x	x										
100,01 a 150 ha	Mínimo de 06	<table style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr><td>x</td><td>x</td><td>x</td></tr> <tr><td>x</td><td>x</td><td>x</td></tr> </table>	x	x	x	x	x	x			
x	x	x									
x	x	x									
> 150,01 ha	Mínimo de 07	<table style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr><td>x</td><td>x</td><td>x</td></tr> <tr><td></td><td>x</td><td></td></tr> <tr><td>x</td><td>x</td><td>x</td></tr> </table>	x	x	x		x		x	x	x
x	x	x									
	x										
x	x	x									

Figura 1 - Disposição dos pontos a serem amostrados em uma área seguindo a metodologia do método manual de amostragem.

Fonte: a autora (2020).

III) Os pontos de coletas de amostras devem ser definidos de maneira a formar um “X” e/ou forma do número cinco no dado; (Figura 2 – Disposição espacial de coleta de amostras manuais), para cada gleba amostrada;



Figura 2 - Disposição dos pontos a serem amostrados em formato de X ou seguindo o número 5 de um dado, para metodologia do método manual de amostragem.

Fonte: a autora (2020).

IV) Cada unidade amostral é composta de duas linhas paralelas com cinco metros lineares e as plantas (soja) e espigas (milho) coletadas nas duas fileiras;

V) Determinar o tamanho da amostra em metros quadrados, o qual é dado pelo resultado de 5 metros lineares x espaçamento entre linhas (em metros) x 2 linhas paralelas x número de amostras realizadas na gleba);

VI) Finalizada a coleta das amostras, faz-se a debulha, peneira, retiram-se todas as impurezas e efetua-se a pesagem grãos;

VII) Corrigir o peso das amostras para 13% de umidade, sendo a umidade real determinada por meio de equipamento específico e/ou por meio de medição realizada em entreposto de recebimento de grãos;

VIII) A produtividade é obtida por meio do peso total amostrado, dividido pela área amostrada (m²) e o resultado extrapolado para kg ha⁻¹.

IX) Se tivermos uma área amostrada de 9 m² (5 m lineares x 0,90 m entre linhas x 2 duas linhas paralelas, por exemplo) e o peso da amostra for 5,340 kg, teremos uma produtividade estimada de 5,933 kg ha⁻¹, conforme equação a seguir:

$$\text{Produtividade} = \frac{\text{Peso da Amostra (kg)} \times 10.000}{\text{Área colhida (m}^2)} = \frac{5.340 \times 10.000}{9} = 5.933 \text{ kg ha}^{-1}$$

Ghellere (1999), no manual alternativo para estimação de produtividade em cana de açúcar, ressalta a importância de que as pessoas que irão fazer a amostragem manual precisem, necessariamente, ser criteriosamente selecionadas e instruídas, já que podem ocorrer erros de coleta, o que levaria a resultados sem credibilidade e equivocados.

2.6.2 Métodos de amostragem mecanizada

Existem alguns métodos de determinação da produtividade de forma mecanizada, sendo os mesmos apresentados na sequência:

i. Método de amostragem mecanizada por caçambagem

Nas avaliações pelo método de amostragem mecanizada por caçambagem os procedimentos devem ser os seguintes:

I) Percorrer toda a extensão da área, estratificando-a em glebas homogêneas de acordo com o nível de dano e potencial produtivo;

II) Verificar se o maquinário a ser utilizado está em condições adequadas e devidamente regulado, antes e durante a execução da amostragem;

III) Colher as amostras em toda a área, em quantidades diretamente proporcionais aos tamanhos das glebas;

IV) Seguir o percurso em forma de zig zag ao longo da área, desprezando bordaduras, terraços ou qualquer outro local não representativo da lavoura avaliada, conforme Figuras 3 e 4.

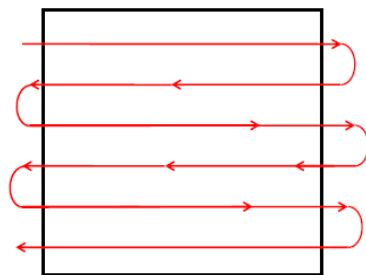


Figura 3 - Percurso da colheitadeira para coleta das amostras.
Fonte: a autora (2020).

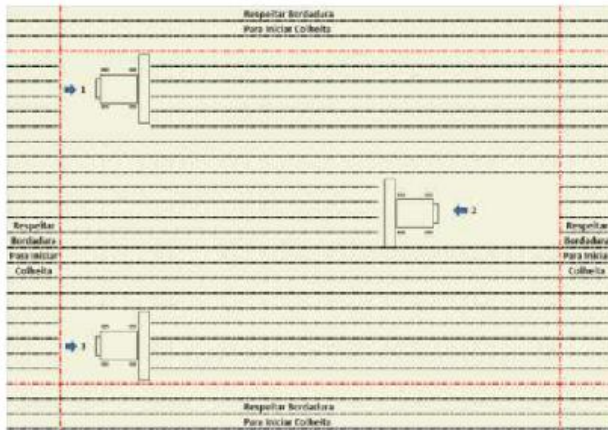


Figura 4 - Sentido de deslocamento da colheitadeira para coleta das amostras.
Fonte: a autora (2020).

V) Com auxílio de equipamento específico (GPS), medir a distância percorrida com a colheitadeira na coleta da amostragem (metros lineares);

VI) Com auxílio de trena ou fita métrica medir a largura da plataforma;

VII) Determinar o tamanho da amostra em hectares como segue:

$$\text{Área amostrada} = \frac{\text{Largura da plataforma (m)} \times \text{Distância percorrida (m)}}{10.000 (\text{m}^2)}$$

VIII) No método de caçambagem, colher até a capacidade máxima do tanque graneleiro, (Definido no manual de cada equipamento em litros ou m³);

IX) Calcular o peso da amostra do tanque graneleiro; (Capacidade m³ x peso específico, descrito na Quadro 1.

Quadro 1 - Peso específico mínimo, médio e máximo, para os principais produtos agrícolas

Produto	Mínima média	Média	Máxima média
Arroz	513	545	578
Aveia	400	405	410
Milho	715	722	730
Soja	737	753	769
Sorgo	640	690	740
Trigo	721	777	833
Feijão		770	
Média de peso de mil litros			

Fonte: Weber (2005)

X) Corrigir a umidade da amostra para 13%. Impureza e umidade devem ser determinadas. A umidade deve ser determinada por meio de equipamento específico e/ou por meio de medição realizada em entreposto de recebimento de grãos;

XI) A produtividade é obtida por meio do peso total amostrado, dividido pela área amostrada (m^2) e o resultado extrapolado para $kg\ ha^{-1}$.

XII) Método de amostragem mecanizada pela pesagem por litro

A avaliação da produtividade pela pesagem por litro na soja e no milho segue os procedimentos I a VII da amostragem mecanizada por caçambagem. Na sequência, os procedimentos adotados nesse método são:

VII) Colete uma amostra homogênea da produção colhida até o preenchimento completo de um galão de 20 litros e realize a pesagem;

VIII) Através do peso obtido, calcule o peso total amostrado, utilizando-se de regra de três;

IX) Descontar do peso da amostra impureza e umidade, determinadas por meio de equipamento específico e/ou por meio de medição realizada em entreposto de recebimento de grãos;

X) A produtividade é obtida por meio do peso total amostrado, dividido pela área amostrada (m^2) e o resultado extrapolado para $kg\ ha^{-1}$.

ii. Método de amostragem mecanizada por pesagem com balança portátil

As avaliações mecanizadas por pesagem com balança portátil na soja e no milho seguem os procedimentos I a VII da amostragem mecanizada por caçambagem. Na sequência, os procedimentos adotados são:

VIII) Realize a pesagem do caminhão sem carga (tara) com balança portátil e, após a descarga no caminhão da produção amostrada, uma nova pesagem para mensurar o peso da amostra;

IX) Corrigir a umidade da amostra para 13% e descontar do peso da amostra a impureza. A determinação da umidade deve ser realizada por meio de equipamento específico e/ou por meio de medição realizada em entreposto de recebimento de grãos;

X) A produtividade é obtida através do peso total amostrado, dividido pela área amostrada (m^2) e o resultado extrapolado para $kg\ ha^{-1}$.

iii. Método de amostragem mecanizada por pesagem

As avaliações pelo método de amostragem mecanizada por pesagem para a cultura da soja e do milho safrinha seguem os procedimentos *I a VII* da amostragem mecanizada por caçambagem. Na sequência, os procedimentos adotados são:

VIII) Descarga da produção amostrada no caminhão;

IX) A amostra é levada para o entreposto de recebimento de grãos para pesagem e classificação do grau de impureza e teor de umidade dos grãos;

X) A produtividade é calculada pelo peso inicial da amostragem, descontando-se a porcentagem de impureza e umidade, dividido pela área total amostrada, e o resultado transformado em kg ha^{-1} .

Vale ressaltar que mesmo havendo diferentes métodos para realizar a determinação da produtividade tanto em soja quanto em milho, tem-se poucos trabalhos na literatura que avaliam a eficiência de cada método. Com isso, tanto o produtor quanto as empresas de seguro agrícola ficam sem conhecer a eficiência de cada método utilizado.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABIMILHO – Associação Brasileira das Indústrias do Milho. **Milho: Cereal**. 2015. Disponível em: < <http://www.abimilho.com.br/milho/cereal>>. Acesso em: 10 abr. 2017.

ABIOVE. Associação Brasileira das Indústrias de Óleos Vegetais. **Exportações do complexo soja**. 2014. Disponível em: <<http://www.abiove.org.br/site/index.php?page=estatistica&area=NC0yLTE=>>. Acesso em: 12 abr. 2017.

ANDREOTTI, M.; ARALDI, M.; GUIMARÃES, V.F.; JUNIOR, E.F.; BUZZETTI, S. Produtividade do milho safrinha e modificações químicas de um latossolo em sistema plantio direto em função de espécies de cobertura após calagem superficial. **Acta Scientiarum, Agronomy**, v. 30, n. 1, p. 109-115, 2008.

ARTUZO, F. D; FOGUESATTO, C. R; SOUZA, Â. R. L; SILVA, L. X. Gestão de custos na produção de milho e soja. **REVISTA BRASILEIRA DE GESTÃO DE NEGÓCIOS**. São Paulo v.20 n.2 abr-jun. 2018 p.273-294.

BABCOCK, B. A.; HART, C. E.; HAYES, D. J. Actuarial Fairness of Crop Insurance Rates with Constant Rate Relativities. **American Journal of Agricultural Economics** v. 86: n. p. 563-75, 2004.

BANZATTO, D. A.; KRONKA, S. N. **Experimentação agrícola**. 4. Ed. Jaboticabal: Funep, 2008. 237p.

BARBETTA, P. A.; REIS, M.M.; BORNIA, A.C. **Estatística para cursos de engenharia e informática**. São Paulo: Atlas, 2004. 410p.

BEZERRA, A. R. G. *et al.* Importância econômica. In: SEDIYAMA, T.; SILVA, F.; BORÉM, A. (Org.). **Soja: do plantio à colheita**. Viçosa: Editora UFV, 2015.

BRAMBILLA, J.A.; LANGE, A.; BUCHELT, A.C.; MASSAROTO, J.A. Produtividade de milho safrinha no sistema de integração lavoura-pecuária, na região de Sorriso, Mato Grosso. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 8, n. 03, p. 263-274, 2010.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. (2018). **Requisitos mínimos para determinação do valor de cultivo e uso de soja para inscrição no registro nacional de cultivares – RNC**. Brasília, DF. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/aceso-a-informacao/acoes-e-programas/cartas-de-servico/defesa-agropecuaria-sementes-e-mudas/registro-nacional-de-cultivares-rnc>> Acesso em: 07 jan. 2019.

BRIM, C.A.; MASON, D.D. Estimates of optimum plot size for soybean yield trial. **Agronomy Journal**, Madison, v.51, p.331-334, 1959.

BRITO, M. C. M; FARIA, G. A; MORAIS, A. R; SOUZA, E. M; DANTAS, J. L. L. Estimção do tamanho ótimo de parcela via regressão antitônica. **Revista Brasileira de Biom.**, São Paulo, v.30, n.3, p.353-366, 2012. Disponível em: <

http://jaguar.fcav.unesp.br/RME/fasciculos/v30/v30_n3/A4_Marcio.pdf> Acesso em: 08 jan. 2019.

CALDARELLI, C.E.; BACCHI, M.R.P. Fatores de influência do preço do milho no Brasil. **Revista Nova Economia**, v.22, n.1, p.141-164, 2012.

CARGNELUTTI FILHO, A; ALVES, B. M; TOEBE, M; BURIN, C; SANTOS, G. O; FACCO, G; NEU, I. M. M; STEFANELLO, R. B. Tamanho de parcela e número de repetições em aveia preta. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.44, n.10, p.1732-1739, out, 2014.

CARGNELUTTI FILHO, A; MARCHESAN, E; SILVA, L. S; TOEBE, M. Medidas de precisão experimental e número de repetições em ensaios de genótipo de arroz irrigado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 47, n. 3, p. 336-343, 2012.

CARGNELUTTI FILHO, A. *et al.* Métodos de estimativa do tamanho ótimo de parcelas experimentais de híbridos de milho simples, triplo e duplo. **Ciência Rural**, v. 41, n. 9, p. 1509-1516, 2011.

CARGNELUTTI FILHO, A. *et al.* Tamanho de amostra de caracteres de genótipos de soja. **Ciência Rural**, v. 39, n. 4, p. 983-991, 2009.

CARGNELUTTI FILHO, A.; STORCK, L. Estatísticas de avaliação da precisão experimental em ensaios de cultivares de milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 42, p 17-24, 2007.

CARGNELUTTI FILHO, A; STORCK, L; LÚCIO, A. D-C. Ajustes de quadrado médio do erro em ensaios de competição de cultivares de milho pelo método de Papadakis. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.38, p.467-473, 2003. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/pab/v38n4/a04v38n4.pdf>>. Acesso em: 09 JAN. 2020.

CATAPATTI, T. R; GONÇALVES, M. C; SILVA-NETO, M. R; SOBROZA, R. Tamanho de amostra e número de repetições para avaliação de caracteres agronômicos em milho-pipoca. **Ciênc. agrotec.**, Lavras, v. 32, n. 3, p. 855-862, maio/jun., 2008. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/cagro/v32n3/a23v32n3>> Acesso em: 10 JAN. 2020.

CNA/SENAR – Confederação da Agricultura e Pecuária do Brasil. **Perspectivas 2020**. 2020. 45f. Disponível em: <<https://www.cnabrazil.org.br/assets/arquivos/Perspectivas-2020.pdf>> Acesso em: 25 fev. 2020.

COMPAGNON, A.M.; DA SILVA, R.P.; CASSIA, M.T.; GRAAT, D.; VOLTARELLI, M.A. Comparação entre métodos de perdas na colheita mecanizada de soja. **Scientia Agropecuária**, v. 3, n. 3, p. 215-223, 2012.

CONAB. **ACOMPANHAMENTO DA SAFRA BRASILEIRA DE GRÃOS**. v. 7 - Safra 2019/20, n.4 - Quarto levantamento, fevereiro 2020.

CONAB. **ACOMPANHAMENTO DA SAFRA BRASILEIRA DE GRÃOS**. v. 7 - Safra 2019/20, n.5 - Quinto levantamento, fevereiro 2020.

CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento. **Perspectiva agropecuária**, Brasília, v.7, p. 1-100, out. 2019.

CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos**. Brasília: Conab, 2018. 129p.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da Safra Brasileira de Grãos 2016/2017 sexto levantamento**, março/2017. Brasília: Conab, 2017. 176p. Disponível em: < http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/17_03_09_10_18_54_boletim_graos_marco_2017.pdf > Acesso em: 8 abr. 2017.

CRUZ, J.C.; DA SILVA, G.H.; PEREIRA FILHO, I.A.; NETO, M.M.G.; MAGALHÃES, P. C. Caracterização do cultivo de milho safrinha de alta produtividade em 2008 e 2009. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 9, n. 2, p. 177-188, 2011.

CUNHA, F.N.; DA SILVA, N.F.; BASTOS, F.J.D.C.; DE CARVALHO, J.J.; MOURA, L.M.D.F.; TEIXEIRA, M.B.; SOUCHIE, E.L. Efeito da *Azospirillum brasilense* na produtividade de milho no sudoeste goiano. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 13, n. 3, p. 261-272, 2015.

CUSTODIO, C.J.S.; FERREIRA, J.O.; SANTOS, J.L.S.; CAMACHO, H.A.M.; ALBINO, J.L.D.; RODRIGUES, L.C. Fatores que contribuíram para o crescimento da produtividade do milho no Brasil. **Revista Eletrônica Interdisciplinar**, v. 1, n. 15, p. 174-179, 2016.

CZEMARINSKI, A. B. C; RIBOLDI, J. Planos e métodos amostrais em pomares. XXII Congresso Brasileiro de Fruticultura. **Anais...** Bento Gonçalves, 2012. Disponível em:< <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/126406/1/painel-11-anacermainski.pdf>> Acesso em: 09 jan. 2020.

DIAS, W. C. **Estimativas de tamanho ótimo de parcelas experimentais para a cultura do taro (Colocasia esculenta)**. Universidade Federal de Viçosa. Viçosa. Tese de Doutorado. 2014. 66f. Disponível em:< <https://www.locus.ufv.br/bitstream/handle/123456789/1236/texto%20completo.pdf?sequence=1&isAllowed=y>> Acesso em: 08 dez. 2019.

DONATO S. L. R. **Estimativas do tamanho e forma de parcelas experimentais para avaliação de descritores fenotípicos em bananeira (Musa spp.)**. Tese (Doutorado em Fitotecnia). Universidade Federal de Viçosa (UFV), Viçosa-MG. 2007.

FAO, 2017. **Investing In Agriculture and Rural Areas 2017**. Food and Agriculture Organization of the United Nations: Rome.

FERREIRA, D. F. **Uso de Recursos Computacionais**. Lavras, 2006.

FIESP – Federação das Indústrias do Estado de São Paulo. **Informativo**. Fevereiro/2020. Disponível em: < <https://www.fiesp.com.br/indices-pesquisas-e-publicacoes/safra-mundial-de-milho-2/attachment/file-20200212133702-boletimmilhofevereiro2020/>> Acesso em: 27 fev. 2020.

FIRMINO, R. A.; COGO, F. D.; ALMEIDA, S. L. S.; CAMPOS, K. A.; MORAIS, A. R. Tamanho ótimo de parcela para experimentos com mudas de café Catuaí Amarelo 2SL. **Tecnologia & Ciência Agropecuária**. João Pessoa, v.6, n.1, março, 2012. p. 9-12

FOCHEZATTO, A.; GHINIS, C.P. Fatores de crescimento e mudanças estruturais na economia do Rio Grande do Sul, 1998-2003. **Ensaios FEE**, Porto Alegre, v. 30, número especial, p. 427-450, 2009. Disponível em: <<http://revistas.fee.tche.br/index.php/ensaios/article/view/2302/2678>>. Acesso em: 10 abr. 2017.

FORNAZIER, A. S.; PONCIANO P. M.; NIRALDO J. A importância do seguro rural na redução de riscos da agropecuária. *Revista de Estudos Sociais*, n. 28, v. 14, p. 39. 2012.

GHELLER, A. C. A. **Manual de método alternativo para medição da produção de cana-de-açúcar**. Araras: UFSCar-CCA-DBV, 1999.7p.

GONZÁLEZ, G. G. H. **Estimação do tamanho ótimo de parcelas com aplicação na cultura da soja**. Universidade Federal de Lavras. Lavras. Tese de Mestrado. 2015. 85f. Disponível em: <http://repositorio.ufla.br/jspui/bitstream/1/744/3/DISSERTACAO_Estima%C3%A7%C3%A3o%20do%20tamanho%20C3%B3timo%20de%20parcelas%20com%20aplica%C3%A7%C3%A3o.pdf> Acesso em: 09 jan. 2020.

GUIMARÃES, P. R. B. **Métodos Quantitativos Estatísticos**. Curitiba: IESDE Brasil S.A., 2008.

LEITE, M. S. O.; PETERNELLI, L. A.; BARBOSA, M. H. P. Effects of plot size on the estimation of genetic parameters in sugarcane families. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, Viçosa, MG, v. 6, p. 40-46, 2006.

LESSMAN, K. J.; ATKINS, R. E. Optimum plot size and relative efficiency of lattice designs for grain sorghum yield tests. **Crop Science**, Madison, v. 3, n. 5, p. 477-481, Sept./Oct. 1963.

LIMA JUNIOR, P.; SILVA, M. T. X.; SILVEIRA, F. L.; VEIT, E. A.; **O laboratório de mecânica**. Porto Alegre: IF-UFRGS, 2012. Disponível em: <http://www.if.ufrgs.br/cref/labmecanica/Lima_Jr_et_al_2013.pdf> Acesso em: 09 jan. 2020.

LIN, C. S.; MORRISON, M. J.; BINNS, M. R. Persistence of a field heterogeneity index. **Canadian Journal of Plant Science**, v. 76, p. 245-250, 1996.

LORENTZ, L. H. *et al.* Tamanho de parcela e precisão experimental em ensaios com trigo em plantio direto. **Científica**, v. 35, n. 2, p. 129-135, 2007.

MAES, M. L. **Estratégia experimental para avaliação de híbridos de milho**. Universidade Federal de Lavras. Lavras – MG. Dissertação de Mestrado. 2015. 56f. Disponível em: <http://repositorio.ufla.br/bitstream/1/10581/2/DISSERTA%C3%87%C3%83O_Estrat%C3%A9gia%20experimental%20para%20avalia%C3%A7%C3%A3o%20de%20h%C3%ADbridos%20de%20milho.pdf> Acesso em:

MATTOS, T. B. **Modelos Não Lineares e suas Aplicações**. Universidade Federal de Juiz de Fora. 2014. 59f. Monografia de Graduação. Curso de Estatística. Disponível em: <<http://www.ufjf.br/cursoestatistica/files/2014/04/Modelos-N%C3%A3o-Lineares-e-suas-Aplica%C3%A7%C3%B5es.pdf>> Acesso em: 08 jan. 2020.

MARTIN, T. N.; JAUER, A.; DUTRA, L. M. C.; SANTI, A. L.; ZABOT, L. Metodologia Experimental para rendimento de grãos de soja em condições de restrição de espaço. **Revista de ciências agrônômicas**, Campinas, v.66, n.3, p.521-526, 2007.

MARTIN, T. N.; DUTRA, L. M. C.; JAUER, A.; STORCK, L.; ZABOT, L.; UHRY, D.; SANTI, A. L.; STEFANELLO, C.; LUCCA-FILHO, O. A. Tamanho ótimo de parcela e número de repetições em soja (*Glycine max* (L.) Merrill). **Ciência Rural**, v.35, n.2, mar-abr, 2005. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/cr/v35n2/a04v35n2.pdf>> Acesso em: 10 dez. 2019.

MARTIN, T. N. **Contribuição das bases genéticas de milho para o plano experimental**. Dissertação (Mestrado em Agronomia). Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria. 2004. 89f.

MEIRA, M. B. **Gestão de riscos associados a cultivos agroenergéticos por meio da modelagem espaço-temporal de parâmetros agrometeorológicos e do monitoramento da vegetação com imagens de sensoriamento remoto**: estudo de caso em lavouras de milho safrinha. 2013. Tese de Doutorado.

MENDONÇA NETO, O. R. et al., Estudo sobre as publicações científicas em contabilidade: uma análise de 1990 até 2003. In: ENCONTRO NACIONAL DE PROGRAMAS DE PÓS GRADUAÇÃO EM ADMINISTRAÇÃO, 28., 2004, Curitiba. **Anais...**, Curitiba: ENANPAD, 2004.

MEUWISSEN, M.PM; MEY, Y.; VAN A, Marcel. Prospects for agricultural insurance in Europe. **Agricultural Finance Review**, v. 78, n. 2, p. 174-182, 2018.

MIQUELETO, G. J. **Contribuições para o desenvolvimento do seguro agrícola de renda para o Brasil: evidências teóricas e empíricas**. 2011. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

MORAES, B. F. X. **Tamanho de parcela e de amostra na avaliação da produtividade de grãos de café arábica**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Lavras. Lavras. 2013. 98f. Disponível em: <<http://repositorio.ufla.br/jspui/bitstream/1/955/1/DISSERTA%C3%87%C3%83O%20Tamanho%20de%20parcela%20e%20de%20amostra%20na%20avalia%C3%A7%C3%A3o%20da%20produtividade%20de%20gr%C3%A3o.pdf>> Acesso em: 10 jan. 2020.

MOURA, K. H. S. **Determinação do tamanho da amostra para avaliação de híbridos de melão amarelo**. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró, 2008. 55f. Disponível em: <<http://www2.ufersa.edu.br/portal/view/uploads/setores/82/Dissertacoes%202008/DISSERTA%20CAOKALLYO.pdf>> Acesso em: 02 jan. 2020.

NARIMATSU, K.C.P.; DE MELLO, L.M.M.; DA SILVA DOMINGUES, L.A.; CHIODEROLI, C.A.; LIMA, R. C. Produtividade de milho em função aplicação superficial

de calcário em diferentes sistemas de preparo e manejo cultural. **Engenharia Agrícola**, v. 34, n. 2, p. 254-262, 2016.

NAVARRO JÚNIOR, H. M.; COSTA, J. A. Contribuição relativa dos componentes do rendimento para produção de grãos em soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 37, n. 03, p. 269-274, 2002.

ODLAND, T.E.; GARBER, R.J. Size of plot and number of replication in field experiments with soybeans. **Journal of the American Society of Agronomy**, v.20, p.93-108, 1928.

OZAKI, V. A; CAMPOS, R. C. Reduzindo a Incerteza no Mercado de Seguros: Uma Abordagem via Informações de Sensoriamento Remoto e Atuária. **Revista Brasileira de Economia**, v. 71, n. 4, p. 489-514, 2017.

OZAKI, V. Uma digressão sobre o Programa de Subvenção ao Prêmio do Seguro Rural e as implicações para o futuro deste mercado. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 48, n. 4, p. 495-514, 2010.

OZAKI, V. Análise espacial da produtividade agrícola no Estado do Paraná: implicações para o seguro agrícola. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 46, n. 3, p. 869-886, 2008.

OZAKI, V. Em busca de um novo paradigma para o seguro rural no Brasil. **Revista de Economia e Sociologia Rural**. V. 46, n 1, 2008.

OZAKI, V. O Papel do seguro na gestão de riscos agrícola e os empecilhos para o seu desenvolvimento. **R Bras. Risco e Seg.** v. 2, n. 4, p. 75-92, 2007.

OZAKI, V.A.; SHIROTA, R. Um estudo da viabilidade de um programa de seguro agrícola baseado em um índice de produtividade regional em Castro (PR). **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v.43, n.3, p. 485-503, 2005.

PÁDUA, G.P.D.; ZITO, R.K.; ARANTES, N.E.; NETO, F.; DE BARROS, J. Influência do tamanho da semente na qualidade fisiológica e na produtividade da cultura da soja. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 32, n. 3, p. 9-16, 2010.

PAPADAKIS, J.S. **Méthod statistique pour des experiences surchamp**. Thessalonike: Institut d'Amélioration des Plantes à Salonique, 1937. 30p. (Bulletin, 23).

Formatado: Inglês (Estados Unidos)

PARANAÍBA, P. F.; FERREIRA, D. F.; MORAIS, A. R. Tamanho ótimo e parcela experimentais: proposição de métodos de estimação. **Revista brasileira de biometria**. São Paulo, v. 27, n. 2, p. 255-268, 2009.

PEIXOTO, A. P. B. **Estimação do tamanho de parcelas para experimentos de conservação in vitro de maracujazeiro**. Universidade Federal de Lavras. Lavras. Tese de Mestrado. 2009. 81f. Disponível em: <http://repositorio.ufla.br/bitstream/1/3089/1/DISSERTA%C3%87%C3%83O_Estima%C3%A7%C3%A3o%20do%20tamanho%20de%20parcelas%20para%20experimentos%20de%20conserva%C3%A7%C3%A3o%20in%20vitro%20de%20maracujazeiro.pdf> Acesso em: 09 jan. 2020.

PIGNATARO, I.A.B.; GONÇALVES, H.M. Estimativa de melhor tamanho de parcela para experimentos de soja. **Agronomia Sulriograndense**, v.8, n.2, p.153-159, 1972.

RAMALHO, M. A. P.; DUARTE, G. A.; SILVEIRA, J. V. Estimativas do tamanho ideal da parcela para experimentos com a cultura do feijão. **Revista Ciência E Prática**, Lavras, v. 1, n. 1, p. 5-12, 1977.

RAMALHO, M. A. P.; FERREIRA, D. F.; OLIVEIRA, A. C. **Experimentação em genética e melhoramento de plantas**. 2 ed. Lavras: UFLA, 2005. 300p.

REIS, J. G. M; VENDRAMETTO, O; NAAS, I. A; COSTABILE, L. T; MACHADO, S. T. Avaliação das Estratégias de Comercialização do Milho em MS Aplicando o Analytic Hierarchy Process (AHP). **Revista de Economia e Sociologia Rural**, Março 2016. 131-146.

RODRIGUES, V. DO N., VON PINHO, R. G.; PAGLIS, C. M.; BUENO FILHO, J. S. DE S.; BRITO, A. H. DE. Comparação entre métodos para estimar a produtividade de grãos de milho. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 29, n. 1, p. 34-42, 2005.

RODRIGUES, V. N. **Comparação entre métodos para estimar a produtividade de grãos de milho** Universidade Federal de Lavras. Lavras : UFLA, 2004. 47 p. Disponível em: <http://repositorio.ufla.br/bitstream/1/3544/1/DISSERTA%C3%87%C3%83O_Compara%C3%A7%C3%A3o%20entre%20m%C3%A9todos%20para%20estimar%20a%20produtividade%20de%20gr%C3%A3os%20de%20milho.pdf> Acesso em: 02 dez. 2019.

ROSA, A.M.; CLAVISO, J.; PASSOS, L.; AGUIAR, C.L. Alimentos fermentados à base de soja (*Glycine max* (Merrill) L.): importância econômica, impacto na saúde e efeitos associados às isoflavonas e seus açúcares. **Revista Brasileira de Biociência**, Porto Alegre, v.7, n.4, p. 545-462, 2009.

SALES, V.H.G.; PELUZIO, J.M.; AFFÉRI, F.S.; JUNIOR, W.P.O.; SALES, P.V.G. Teor de óleo e proteína em grãos de soja em diferentes posições da planta. **Revista Agro@mbiente On-line**, v. 10, n. 1, p. 22-29, 2016.

SANTOS, G. O. **Tamanho de parcela e número de repetições para avaliar a massa verde de parte aérea em feijão guandu**. Universidade Federal de Santa Maria. Santa Maria. Tese de Mestrado. 2014. Disponível em: <<https://repositorio.ufsm.br/bitstream/handle/1/5172/SANTOS%2C%20GUSTAVO%20OLIVEIRA%20DOS.pdf?sequence=1&isAllowed=y>> Acesso em: 09 dez. 2019.

SANTOS, H.G. dos., JACOMINE, P.K.T.; ANJOS, L.H.C. dos.; OLIVEIRA, V.A. de; LUMBRERAS, J.F.; COELHO, M.R.; ALMEIRA, J.A. de; CUNHA, T.J.F.; OLIVEIRA, J.B. de. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília: EMBRAPA, 342p. 2013.

SILVA, D.V.; PEREIRA, G.A.M.; FREITAS, M.; SILVA, A.A.D.; SEDIYAMA, T.; SILVA, G.; CECON, P.R. Produtividade e teor de nutrientes do milho em consórcio com braquiária. **Ciência Rural**, v. 45, n. 8, p. 1394-1400, 2015.

SILVA, P.R.; TAVARES, L.A.; DE SOUSA, S.F.; CORREIA, T.P.D.S.; RIQUETTI, N.B. Rentabilidade na semeadura cruzada da cultura da soja. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 19, n. 3, p. 293-297, 2014.

SILVA, J. R. **Tamanho de parcela e efeito de bordadura em experimentos com meloeiro**. 2009. 142 f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) - Universidade Federal Rural do Semiárido, Mossoró, 2009. Disponível em: <http://www2.ufersa.edu.br/portal/view/uploads/setores/82/teses_2009/Tese_Robson.pdf> Acesso em: 09 dez. 2019.

SMANIOTTO, T. A. D. S.; RESENDE, O.; MARÇAL, K. A.; DE OLIVEIRA, D. E.; SIMON, G. A.. Qualidade fisiológica das sementes de soja armazenadas em diferentes condições. **R. Bras. Eng. Agríc. Ambiental**, v. 18, n. 4, p. 446-453, 2014.

SMITH, H. F. An empirical law describing heterogeneity in the yields of agricultural crops. **Journal of Agricultural Science**. Cambridge, v.28, tomo único, p.1-23, 1938.

SOUZA, A. E; REIS, J. G. M; RAYMUNDO, J. C; PINTO, R. S. Estudo da produção do milho no Brasil: regiões produtoras, exportação e perspectivas. **SADSDJ – South American Development Society Journal** Vol.04 Nº. 11. Ano 2018, pag. 183.

SOUZA, J.A.; BUZETTI, S.; TEIXEIRA FILHO, M.C.M., ANDREOTTI, M.; SÁ, M.E.D.; ARF, O. Adução nitrogenada na cultura do milho safrinha irrigado em plantio direto. **Bragantia**, v. 70, n. 2, p. 447-454, 2011.

STORCK, L. *et al.* Avaliação da precisão experimental em ensaios de competição de cultivares de soja. **Ciência Agrotecnologia**, v. 34, n. 3, p. 572-578, 2010.

STORCK, L.; CARGNELUTTI FILHO, A.; LÚCIO, A. D.; MISSIO, E. L.; RUBIN, S. de A. L. avaliação da precisão experimental em ensaios de competição de cultivares de soja. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 34, p. 572-578, 2010.

STORCK, L; STECKLING, C; ROVERSI, T; LOPES, S. J. Utilização do método de Papadakis na melhoria da qualidade experimental de ensaios com soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.43, p.581-587, 2008. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/pab/v43n5/a05v43n5.pdf>>. Acesso em: 11 ago. 2013

STORCK, L.; MARTIN, T. N.; DAL'COL, A. L.; LOPES, S. J.; SANTOS, P. M.; CARVALHO, M. P. tamanho ótimo de parcela em experimentos com milho relacionado a metodologias. *Revista brasileira de milho e sorgo*, v. 5, n. 1, p. 48-57, 2006.

STORCK, L.; GARCIA, D. C.; LOPES, J. S. **Experimentação Vegetal**. Santa Maria: UFSM, 2000, 198 p.

STORCK, L.; UITDEWILLIGEN, W.P.M. Estimativa para tamanho e forma de parcela e número de repetições para experimentos com milho (*Zea mays* L.). **Agronomia Sulriograndense**, Porto Alegre, v.16, n.2, p.269-282, 1980.

STRENSKE, A. **Tamanho de parcelas em condições de campo para avaliação de características agrônômicas da soja**. Trabalho de conclusão de curso (graduação em Agronomia). Universidade estadual do oeste do Paraná, Marechal Cândido Rondon – PR, 2016.

STÜLP M et al. Desempenho agrônômico de três cultivares de soja em diferentes épocas de semeadura em duas safras. **Ciência e Agrotecnologia** 33, 2009: 1240-1248p.

SUZUKI, A. N. **Tamanho ideal de parcelas para avaliação da intensidade de infestação por broca da cana-de-açúcar**. Dissertação de Mestrado. UNESP. Ilha Solteira, 2018. 47f. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/154024/susuki_an_me_ilha_par.pdf?sequence=3> Acesso em: 25 fev. 2020.

THOMSEN, V. "Precision and The Terminology of Measurement". **The Physics Teacher**, Vol. 35, pp.15-17, Jan. 1997.

TSUKAHARA, R.Y.; DE BATISTA FONSECA, I.C.; DE AGUIAR, M.A.; KOCHINSKI, E.G.; NETO, J. P.; SUYAMA, J.T. Produtividade de soja em consequência do atraso da colheita e de condições ambientais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 51, n. 8, p. 905-915, 2016.

VERNETTI, F.J. **Considerações sobre implantação de lavouras de soja**. 2008. Artigo em Hypertexto. Disponível em: <http://www.infobibos.com/Artigos/2008_4/soja/index.htm>. Acesso em:12/5/2020

VIANA, A.E.S., SEDIYAMA, T., CECON, P.R., LOPES, S.C., SEDIYAMA, M.A.N. 2002. Estimativas de tamanho de parcela em experimentos com mandioca. **Horticultura Brasileira** 2002. 20: 58-63.

WEBER, É. A. **Excelência em Beneficiamento e Armazenagem de Grãos**. Canoas: Salles, 2005.

WEBER, C.R.; HORNER, T.W. Estimates of cost and optimum plot size and shape for measuring yield and chemical characters in soybeans. **Agronomy Journal**, Madison, v.49, p.444-449, 1957.

3 ARTIGO 1 - TAMANHO DE PARCELAS DETERMINADO EM CONDIÇÃO DE CAMPO PARA AVALIAÇÃO DE CARACTERÍSTICAS AGRONÔMICAS DE SOJA

PLOT SIZES DETERMINATED IN FIELD CONDITION FOR EVALUATION OF SOYBEAN AGRONOMIC CHARACTERISTICS

RESUMO - O objetivo deste trabalho foi avaliar a relação que existe entre o tamanho da parcela e a determinação do estande, da altura na maturação e também da produtividade da soja. Para tanto foram cultivadas três áreas com soja. As medições do experimento foram realizadas em três áreas cultivadas com soja, localizadas na cidade de Marechal Candido Rondon – PR. A semeadura da cultura da soja foi realizada em área posterior à cultura do milho, o qual foi cortado para a produção de silagem. A semeadura da soja foi realizada no dia 27 de setembro de 2016, cultivar NA 5909 RG, no sistema de semeadura direta, com 250 kg ha⁻¹ do formulado 00-20-20 na adubação de base e 0,5 m do espaçamento entre linhas. Os tratos culturais foram realizados quando necessário, em acordo com o desenvolvimento da cultura. Foram avaliadas as seguintes características: estande de plantas, altura da planta na maturação e produtividade, sendo quantificadas nas três áreas. Na determinação do estande de plantas foram testados 18 tamanhos de parcela, na altura de plantas na maturação testaram-se 14 e para produtividade testaram-se 10 tamanhos de parcela. A medição das características em cada tamanho de parcela foi realizada em triplicata, distribuídas ao acaso dentro de cada área. A média da característica para cada tamanho de parcela possibilitou o ajuste de dois modelos de regressão, um voltado para cima e outro voltado para baixo. No ponto em que a diferença entre os modelos ajustados atingiu o valor do desvio padrão amostral, determinou-se o tamanho mínimo ideal da parcela. Exige-se a avaliação de 14,3 metros lineares na determinação do estande de plantas de soja. Para garantir uma estimativa ideal da altura de plantas de soja deve-se quantificar 26 plantas. Deve-se colher 22 m² para garantir uma estimativa ideal da produtividade de soja.

Palavras-chave: Experimentação agrícola. Planejamento experimental. *Glycine max*. Colheita mecânica. Produtividade.

ABSTRACT - The objective of the work was to evaluate the relationship that exists between the size of the plot and the determination of the stand, the height at maturation and also the soybean productivity. For this purpose, three areas were cultivated with soy. Participations in the experiment were carried out in three areas cultivated with soy, located in the city of Marechal Cândido Rondon - PR. The sowing of the soybean crop was carried out in an area after the corn crop, which was cut for the production of silage. Soybean sowing was carried out on September 27, 2016, cultivar NA 5909 RG, in the no-tillage system, with 250 kg ha⁻¹ of the formulation 00-20-20 in the base fertilization and 0.5 m of the spacing between lines. Cultural treatments were carried out when necessary, in accordance with the development of culture. The following characteristics were evaluated: plant stand, plant height at maturity and productivity were quantified in the three areas. In determining the plant stand, 18 plot sizes were tested, at plant height at maturity 14 were tested and for productivity 10 plot sizes were tested. Most of the characteristics in each plot size were carried out in triplicate, distributed at random within each area. The average of the characteristic for each plot size allowed the adjustment of two regression models, one facing upwards and the other facing downwards. At no point where the difference between the adjusted models reached the value of the sample standard deviation, the minimum ideal plot size was determined. An assessment of 14.3 linear meters is required to determine the soybean plant stand. To guarantee an ideal estimate of the height of soybean plants, 26 plants must be quantified. It is necessary to crop 22 m² to safeguard an ideal estimate of soybean yield.

Key words: Agricultural experimentation. Experimental planning. *Glycine max*. Mechanical harvest. Productivity.

3.1 INTRODUÇÃO

O Brasil é o segundo maior produtor mundial de soja (*Glycine max* L. Merrill), com produção superior a 114 milhões de toneladas, obtida com o cultivo em mais de trinta e quatro milhões de hectares na safra 2018/19, com um rendimento médio de 3.206 kg ha⁻¹ (CONAB, 2019). Esse rendimento deve-se basicamente ao trabalho de pesquisa realizado com a cultura da soja, que auxilia no desenvolvimento de novas tecnologias de cultivo e na obtenção de novos materiais genéticos (ZILLI *et al.*, 2008).

O planejamento experimental é necessário para a execução de trabalhos de pesquisa eficientes, contemplando a realização, análise, processamento e divulgação dos resultados, os quais podem apresentar erros. A determinação ideal do tamanho da parcela é uma medida de

redução do erro gerado no processo de pesquisa, pois o tamanho da parcela influencia diretamente na exatidão e precisão dos dados experimentais obtidos. Por isso, a determinação do tamanho da parcela tem sido objeto de estudos em diferentes culturas, como o feijão guandú (SANTOS *et al.*, 2016), mamão (SCHMILDT *et al.*, 2016), morango (COCCO *et al.*, 2009), aveia preta (CARGNELUTTI FILHO *et al.*, 2014), milheto (BURIN *et al.*, 2015), entre outros.

Existem diferentes métodos para a determinação do tamanho de parcela ideal para experimentos com soja, dentre os quais podemos destacar os métodos de Smith, Informações Relativas, Hatheway, Pimentel Gomes, Inspeção Visual da Curvatura Máxima com os Coeficientes de Variação (CV), Curvatura Máxima Modificada do CV, Modelo Lineares Segmentado do CV com Resposta Platô, Modelo Quadrático Segmentado de CV com Resposta Platô e também o Método de CV Máxima Curvatura (CARGNELUTTI FILHO *et al.*, 2011). No entanto, todos esses métodos estão relacionados à variação gerada entre e / ou dentro das unidades básicas estudadas (precisão das medidas), deixando de lado a questão da exatidão das medidas (valor medido próximo ao valor real).

A exatidão das medidas não pode ser aceita a partir da quantificação em experimentos em branco, uma vez que a produtividade total da área seria obtida pela soma da produtividade das unidades básicas. Como cada unidade básica tem uma estimativa de produtividade e um erro associado a ela, o erro total de produtividade teria todos os erros de produtividade das unidades básicas. Uma possível forma de superar essa dificuldade é a implantação de um experimento com os tratamentos distribuídos aleatoriamente dentro de uma área maior, que seria representada.

A determinação do tamanho de parcela em soja correlaciona-se com a área de sua determinação, influenciada pelas condições ambientais, com os genótipos cultivados, além de ser influenciada pelo método empregado para sua determinação. Isso requer a determinação ideal do tamanho da parcela em mais de uma área de cultivo ou experimento, para as diferentes características a serem avaliadas, garantindo assim resultados com maior confiabilidade (CARGNELUTTI FILHO *et al.*, 2009).

Não foram encontrados estudos na literatura que obtiveram valores reais ou médios para comparar com a estimativa obtida. Portanto, o objetivo deste trabalho foi avaliar a relação entre os tamanhos de parcela em condição de campo e a determinação do estande, altura das plantas na maturação, bem como a produtividade da soja, cultivada em três áreas em Marechal Cândido Rondon-PR.

3.2 MATERIAL E MÉTODOS

As medições do experimento foram realizadas em três áreas cultivadas com soja, localizada no município de Marechal Candido Rondon – PR, nas coordenadas 24° 33 'de latitude e 54° 34' de longitude, com 260 metros de altitude média.

A classificação climática de Köppen para a região é subtropical (tipo Cfa) com temperatura média inferior a 18 °C no mês mais frio (mesotérmico) e 22 °C no mês mais quente, com verões quentes e chuvas bem distribuídas durante o ano. A classificação predominante do solo na região é LATOSSOLO VERMELHO Eutroférico (EMBRAPA, 2008).

A semeadura da cultura da soja foi realizada em área posterior à cultura do milho, o qual foi cortado para a produção de silagem. A semeadura da soja foi realizada no dia 27 de setembro de 2016, cultivar NA 5909 RG, no sistema plantio direto, com 250 kg ha⁻¹ do formulado 00-20-20 na adubação de base e 0,5 m do espaçamento entre linhas. Os tratos culturais foram realizados quando necessário, em acordo com o desenvolvimento da cultura. Aplicando-se herbicida pós emergência (haloxifop-Methyl) para o controle de plantas daninhas. Os herbicidas foram aplicados quando as plantas de soja se encontravam no estágio V6.

Para a prevenção e controle de doenças utilizaram-se fungicidas sistêmicos. As aplicações foram realizadas aos 50 dias após emergência, na fase de pré-fechamento das linhas de semeadura. Dessa maneira, foram realizadas quatro aplicações, com intervalos médios de 10 dias

As características estande de plantas, altura da planta na maturação e produtividade foram quantificadas nas três áreas. A medição do estande de planta foi realizada em triplicatas em tamanhos de parcela de 0,5; 1,0; 1,5; 2,0; 2,5; 3,0; 4,0; 5,0; 7,5; 10,0; 15,0; 20,0; 25,0; 30,0; 40,0; 50,0; 75,0 e 100,0 metros lineares.

As informações para determinar o estande (número de plantas m²) foram coletadas com o auxílio de uma fita métrica, que foi estendida no solo de acordo com o tamanho de cada parcela e as plantas dentro desta medida, foram contabilizadas. Posteriormente, os valores obtidos foram transformados em plantas m², determinando assim a posição da planta para cada tamanho de parcela. Com os dados do estande de todos os tratamentos, obteve-se a média ponderada pela parcela e o desvio padrão da amostra, que representam o estande médio de plantas e o seu desvio, de cada área avaliada.

Para a altura característica das plantas na maturação mediram-se 1; 2; 3; 4; 5; 10; 15; 20; 25; 50; 75; 100; 150 e 200 plantas, constituindo 14 tratamentos ou tamanhos de parcelas. A altura das plantas na maturação foi determinada com auxílio de uma fita métrica, disposta na superfície do solo e estendida até o ápice da haste principal da planta, repetindo-se o procedimento no número de plantas em acordo com os tratamentos citados. O resultado foi expresso em centímetros (cm) por planta. Com os dados da altura da planta na maturação de todos os tratamentos, foram obtidos a média ponderada pela parcela e o desvio padrão da amostra, para representar a altura média da planta e seu desvio, de cada área avaliada.

A produtividade foi obtida da colheita em triplicata de 4; 10; 20; 40; 80; 120; 368; 736; 1472 e 2944 m² em cada área de soja, constituindo 10 tratamentos. Para todos os parâmetros avaliados realizou-se a colheita dos tratamentos de forma mecanizada com o auxílio de uma colhedora New Holland 8050 com plataforma de 13 pés. O material colhido foi coletado no pé do elevador, antes de ser enviado para o tanque graneleiro, com o auxílio de um saco plástico amarrado nesta posição da máquina.

O peso do material colhido foi obtido com o auxílio de uma balança móvel com precisão de 5 kg, disposta sob o eixo do caminhão e, as áreas de 4, 10, 20 e 40 m² foram pesadas no laboratório com precisão de 0,01 kg. Os dados de peso foram transformados em produtividade quando divididos pela área da parcela que os originou. Para a análise, os dados foram extrapolados para kg ha⁻¹.

A produtividade de cada área foi obtida pela razão da quantidade colhida e entregue na cooperativa e a área total colhida, que foi de 3,0 ha para cada área avaliada.

Os resultados foram tabulados e submetidos à análise de normalidade e homogeneidade de variância. Posteriormente, foram submetidos à análise de regressão, na qual foi possível ajustar dois modelos distintos de logaritmos para cada característica medida em cada área.

No primeiro modelo, que foi ajustado subjetivamente, com pontos menores que a média ponderada pelo tamanho das parcelas e, os quatro pontos obtidos a partir da determinação dos maiores tamanhos de parcelas, originando o modelo voltado para baixo. Enquanto que no segundo modelo, também montado subjetivamente com a garantia de estar voltado para cima, utilizou-se pontos maiores que a média ponderada pelo tamanho das parcelas, em conjunto com os quatro pontos obtidos a partir da determinação das parcelas maiores de cada característica.

O valor do desvio padrão das amostras de cada característica foi obtido para cada área. No ponto em que a diferença entre os modelos ajustados atingiu o valor do desvio

padrão da amostra, foi determinado o tamanho mínimo de parcelas ideal para a exatidão do experimento.

As análises estatísticas foram realizadas com o auxílio do software estatístico R (R Development Core Team, 2011).

3.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

As plantas avaliadas na área 1 possibilitaram a elaboração da Figura 1A e a estimativa do valor do desvio padrão amostral correspondente a 3,298 plantas por metro quadrado para essa característica. Quando os modelos logarítmicos (virados para baixo e para cima) têm o valor do desvio padrão da amostra em sua diferença, tivemos parcelas de tamanho de 14,3 metros lineares. Assim, o tamanho ideal de parcela para gerar a média de informação das plantas nesta área é de 14,3 metros lineares.

A segunda área cultivada com soja apresentou desvio padrão amostral de 2,205 plantas por metro quadrado, nesse caso, 9,9 metros lineares foram suficientes para atingir a exatidão na determinação do estande (Figura 1B).

A avaliação do estande na terceira área (Figura 1C) confirma o que já foi relatado na Figura 1B, nessa área o desvio padrão amostral foi de 2,442 plantas por metro quadrado e o tamanho da parcela para se obter acurácia na determinação foi de 13,9 metros lineares. Esse desvio padrão amostral foi intermediário ao obtido na área 1 e na área 2, assim como o tamanho da parcela calculada.

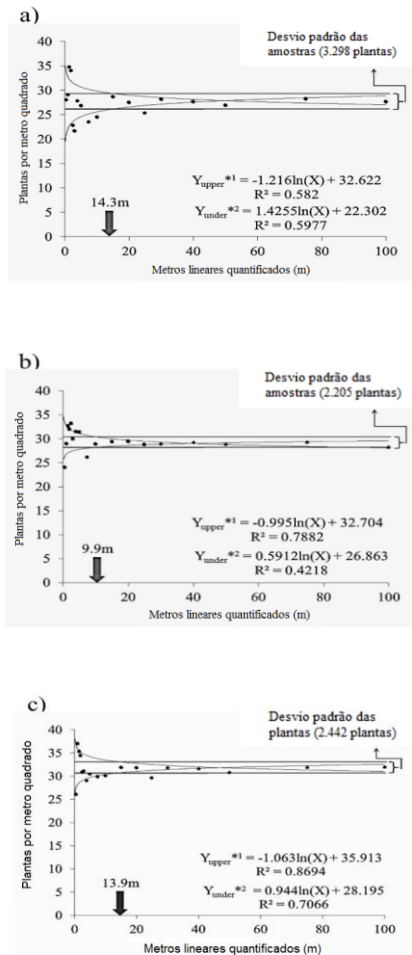


Figura 1 - Número de plantas por metro quadrado quantificado ao final do ciclo da cultura da soja na área 1 (A), na área 2 (B) e na área 3 (C), Marechal Cândido Rondon, 2016/2017. * - Regressão significativa em $p < 0,05$ pelo teste F; 1 e 2- Equação voltada para cima e para baixo, respectivamente

Fonte: a autora (2020)

O tamanho de parcela para determinação do estande variou de 9,9 a 14,3 metros lineares, evidenciando a existência de variação na distribuição das plantas nas áreas onde esta característica foi avaliada. Na metodologia empregada neste trabalho evidenciou-se que o desvio padrão da amostra está sendo utilizado como unidade acessória na avaliação da relação entre o número de plantas por metro linear e o tamanho da parcela. Assim, assegura-se que

cada área, dependendo da distribuição homogênea das plantas, necessitará de um maior ou menor tamanho de parcelas para atingir a exatidão no resultado obtido, o que está em acordo com o trabalho de Cargnelutti Filho *et al.* (2009).

No caso de semeadoras acionadas por tratores, este tamanho de parcela deve ser dividido na mesma proporção para cada linha de semeadura. Assim, para uma semeadora com oito linhas, devemos quantificar pelo menos 1,79 m em cada linha, dando um total de 14,3 metros lineares, para que possamos representar com exatidão o estande correto de plantas para a área 1. Se estivesse na área 2, seria necessário medir 1,24 metros lineares e na área 3 deveria ser realizada a medição de 1,74 metros lineares.

Com esses resultados é possível concluir que, para a determinação do plantio de soja, deve-se contar o número de plantas presentes em 1,75 metros lineares de cada linha da semeadora, garantindo a exatidão do resultado.

Figura 2A exibe o comportamento da relação entre a altura da planta na maturidade e o número de plantas quantificadas. A medição de 25 plantas foi suficiente para garantir exatidão na determinação da altura de plantas na maturidade, este resultado foi gerado no ponto em que a diferença entre a curva voltada para cima e a voltada para baixo foi igual ao valor 2,218. O valor de 2,218 cm correspondeu ao desvio padrão da amostra encontrado com os dados obtidos nessa área.

Na área 2 (Figura 2B), foi necessário medir apenas 14 plantas para alcançar a exatidão na determinação da altura das plantas na maturidade. Esse valor foi inferior ao obtido na área 1 (Figura 2A) devido aos modelos ajustados aos dados, uma vez que o desvio padrão amostral, em ambos os casos, esteve próximo. O modelo ajustado com face voltada para baixo apresentou menor variação de resposta quando comparado ao modelo voltado para cima, já que o valor que multiplica o $\ln(X)$ no modelo voltado para baixo apresentou menor magnitude (0,3645) quando comparado ao mesmo coeficiente do modelo voltado para cima (1,2).

Para a terceira área, estimou-se que a determinação da altura de 26 plantas é necessária para garantir a exatidão da quantificação da altura das plantas de soja na maturidade (Figura 2C).

A variação entre 14 e 26 plantas para determinação, com garantia de exatidão, para estimativa da altura de plantas de soja na maturação foi dependente da área a ser quantificada. Em geral, a determinação de altura de 26 plantas garantiu exatidão na estimativa, sendo um valor plausível dentro das condições experimentais acadêmicas, mas difícil de ser seguido quando o experimento envolve mais de dezenas de centenas de tratamentos.

Cargnelutti Filho *et al.* (2009) já demonstraram a necessidade de medir pelo menos 12 plantas em cada unidade experimental para melhorar a precisão dos caracteres de avaliação em plantas de soja. Com esse resultado, fica evidente que os estudos que trabalham com a variabilidade da estimativa da altura das plantas, ou a exatidão experimental das estimativas, apontaram para a avaliação de pelo menos 12 plantas. Vale a pena notar que a medição desse número de plantas em algumas áreas pode não garantir a exatidão da estimativa, o que pode exigir a medição de até 26 plantas.

A colheita mecânica de 17,3 m² garantiu exatidão na determinação do rendimento de soja na primeira área avaliada (Figura 3A). O valor estimado assegura a determinação do valor real (2.667,5 kg ha⁻¹) mais ou menos o valor do desvio padrão amostral (497,482 kg ha⁻¹), neste caso 17,3 m² que gera uma estimativa da produtividade equivalente a 2.170,018 kg ha⁻¹, estando no intervalo de $\mu \pm \sigma$.

Na área 1 não foi possível enquadrar um modelo logarítmico voltado para cima, pois havia apenas um ponto acima da média de produtividade (Figura 3A). Assim, apenas o modelo voltado para baixo foi utilizado para determinar o tamanho da parcela que garantiria a exatidão da estimativa de produtividade.

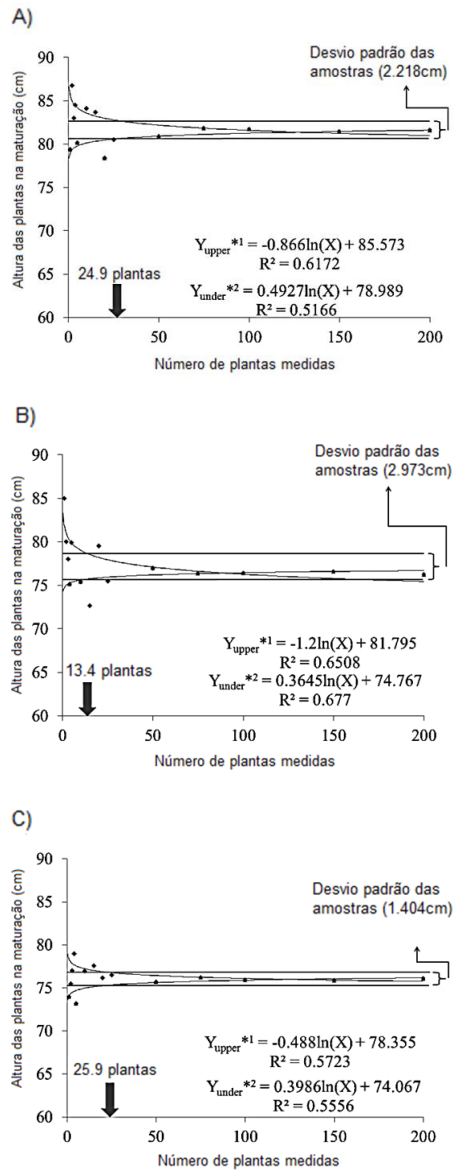


Figura 2 - Altura da planta quantificada na maturação da soja cultivada na área 1(A), na área 2(B) e na área 3(C), Marechal Cândido Rondon, 2016/2017. * - Regressão significativa em $p < 0,05$ pelo teste F; 1 e 2 - Equação voltada para cima e para baixo, respectivamente
Fonte: a autora (2020)

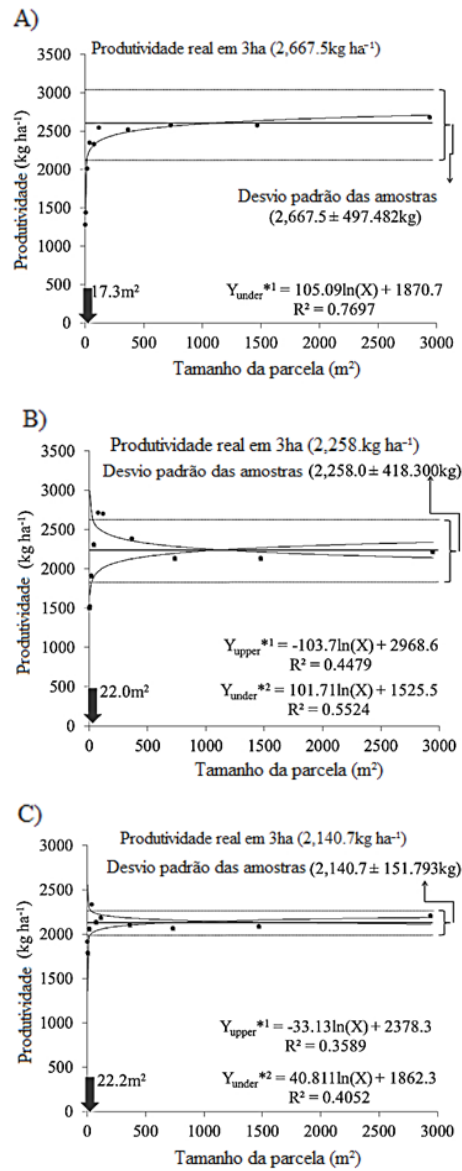


Figura 3 - Produtividade da soja em função do tamanho de parcela empregada na colheita mecânica, a soja foi cultivada na área 1(A), na área 2(B) e na área 3(C), Marechal Cândido Rondon, 2016/2017. * - Regressão significativa em $p < 0,05$ pelo teste F; 1- Equação voltada para baixo
 Fonte: a autora (2020)

A colheita mecânica de 22 m² garantiu exatidão na determinação da produtividade de soja na segunda área avaliada (Figura 3B). A diferença da estimativa de produtividade gerada pelo modelo voltado para baixo ou pelo modelo voltado para cima é inferior a 418,3 kg ha⁻¹, quando a área utilizada é maior que 22 m². Essa condição foi adotada como a determinação do parâmetro de tamanho de parcela que fornece estimativa com exatidão.

A colheita mecânica de 22,2 m² de soja garantiu exatidão na determinação da produtividade, na terceira área avaliada (Figura 3C). Nesta área específica, mesmo com desvio padrão amostral menor do que o obtido nas áreas 1 e 2, a estimativa do tamanho da parcela ficou próxima da estimativa das demais áreas, sendo possível inferir que o tamanho da parcela de 22,2 m² proporcionou exatidão da estimativa de produtividade da soja em qualquer das três áreas avaliadas.

Na literatura existem estudos que visam estabelecer o tamanho ideal de parcela para determinar o rendimento da soja, garantindo a precisão estimada. Entre eles, é possível mencionar o trabalho de Martin *et al.* (2005) que indicaram, através do método de Hatheway, um tamanho de parcela de 3,96 m² como o ideal para quantificar a produtividade.

González (2013) determinou que o tamanho ótimo de parcela, estimado por meio da máxima curvatura do coeficiente de variação de produtividade, para a cultivar de soja BMX POTÊNCIA é próximo a 5 m². Martin *et al.* (2007) relataram que o tamanho de parcela ideal em experimentos de soja deveria ser 8,14 m². Deve-se notar que em todos esses trabalhos a determinação do tamanho ótimo da parcela é baseado na precisão das medições.

Para alcançar a exatidão nas estimativas de determinação de produtividade, são necessárias parcelas com 22 m², quando isso é afirmado, além de garantir exatidão nas determinações, também é garantida precisão nas estimativas originadas a partir da colheita mecânica.

As estimativas de tamanho de parcela ideais para características agrônômicas na cultura da soja mostraram contrastes entre as características e entre as áreas de cultivo (ou experimento), o que pode exigir diferentes tamanhos de parcela a serem utilizados para as avaliações. Entretanto, na tentativa de unificar uma recomendação que atenda a maioria dos experimentos foi utilizada a indicação de que, para quantificar as plantas de soja, devem ser avaliados 14,3 metros lineares. A determinação da altura das plantas, para se ter exatidão experimental, deve conter a medida de pelo menos 26 plantas dentro da unidade experimental. O rendimento da soja deve ser realizado em uma área útil de pelo menos 22 m², para se obter exatidão na estimativa.

A largura da parcela a ser utilizada também deve ser ponderada pelo pesquisador, uma vez que parcelas com 22 m² de área com apenas 4 linhas exigirão 23 metros de comprimento por 2 metros de largura (0,5 m entre linhas, desprezando uma linha de cada lado e 0,5 m nas extremidades da parcela) dando uma área total de 46 m², se colher 22 m², usamos apenas 47,82% da área. Parcelas com 10 linhas, seguindo o mesmo propósito de cálculo, geram o uso de 67,69% da área. Esta é a indicação do uso de parcelas variando de 8 a 12 linhas, garantindo o uso em torno de 68% da área total no experimento.

Em condições normais de experimentos realizados com a cultura da soja, trabalhamos com parcelas de quatro linhas com 5 metros de comprimento, estas experiências são muito bem aceitas na comunidade científica. Para ter certeza, Storck *et al.* (2010) evidenciaram que 76,4% dos ensaios de competição das cultivares de soja possuem precisão alta e muito alta e apenas 6,9% possuem baixa precisão. No entanto, para o pesquisador, além da precisão do experimento, são necessárias informações que retratem a realidade dos genótipos para a tomada de decisão e, assim, a garantia de precisão e exatidão nas estimativas avaliadas.

3.4 CONCLUSÃO

1 - O tamanho adequado de parcela para avaliação do estande da soja deve totalizar 14,3 metros lineares, sendo distribuído uniformemente entre as linhas das unidades experimentais.

2 - A estimativa da altura da planta de soja na maturação deve ser realizada em 26 plantas dentro da unidade experimental.

3 - O tamanho de parcela ideal para avaliar a produtividade da soja deve ser de 22 m², para que o pesquisador tenha precisão e exatidão na estimativa obtida com a colheita mecânica.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BURIN, C. *et al.* Tamanho de parcela e número de repetições na cultura do milheto em épocas de avaliação. **Bragantia**, v. 74, n. 3, p. 261-269, 2015.

CARGNELUTTI FILHO, A. *et al.* Tamanho de parcela e número de repetições em aveia preta. **Ciência Rural**, v. 44, n. 10, p. 1732-1739, 2014.

CARGNELUTTI FILHO, A. *et al.* Tamanho de amostra de caracteres de genótipos de soja. **Ciência Rural**, v. 39, n. 4, p. 983-991, 2009.

CARGNELUTTI FILHO, A. *et al.* Métodos de estimativa do tamanho ótimo de parcelas experimentais de híbridos de milho simples, triplo e duplo. **Ciência Rural**, v. 41, n. 9, p. 1509-1516, 2011.

COCCO, C. *et al.* Tamanho e forma de parcela em experimentos com morangueiro cultivado em solo ou em hidroponia. **Pesquisa agropecuária brasileira**, v. 44, n. 7, p. 681-686, 2009.

CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos**. Brasília: Conab, 2018. 129p.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Mapa de Solos do Estado do Paraná: Legenda atualizada**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2008. 74p.

GONZÁLEZ, G. G. H. **Estimação do tamanho ótimo de parcelas com aplicação na cultura da soja**. Dissertação de mestrado. UFLA. Lavras, 2013. 84F.

MARTIN, T. N. *et al.* Tamanho ótimo de parcela e número de repetições em soja (*Glycine max* (L.) Merrill). **Ciência Rural**, v. 35, n. 2, p. 271-276, 2005.

MARTIN, T. N. *et al.* Metodologia experimental para rendimento de grãos de soja em condições de restrição de espaço. **Bragantia**, v. 66, n. 3, p. 521-526, 2007.

Formatado: Português (Brasil)

R DEVELOPMENT CORE TEAM. **R: a language and environment for statistical computing**. Vienna: the R Foundation for Statistical Computing, 2011. 2673p.

SANTOS, G. O. *et al.* Tamanho de parcela e número de repetições em feijão guandu. **Ciência Rural**, v. 46, n. 1, p. 44-52, 2016.

SCHMILDT, E. R. *et al.* Tamanho ótimo de parcelas e número de repartições em experimentos de mamoeiro. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 38, n. 2, p. 364-373, 2016.

Formatado: Português (Brasil)

STORCK, L. *et al.* Avaliação da precisão experimental em ensaios de competição de cultivares de soja. **Ciência Agrotecnologia**, v. 34, n. 3, p. 572-578, 2010.

ZILLI, J. É. *et al.* Inoculação de *Bradyrhizobium* em soja por pulverização em cobertura. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 43, n. 4, p. 540-545, 2008.

4 ARTIGO 2 - MÉTODOS DE DETERMINAÇÃO DA PRODUTIVIDADE NAS LAVOURAS DE MILHO SEGUNDA SAFRA

RESUMO - O objetivo deste trabalho foi comparar metodologias empregadas na determinação de produtividade da cultura do milho e, também com a produtividade real da área, para fins de seguro agrícola. A determinação da produtividade foi quantificada em dez áreas, com plantas de uma única cultivar semeadas na mesma data e submetidas a condições semelhantes de solo, relevo, regime hídrico e manejo, utilizando-se na determinação seis métodos de avaliação: MA (Manual); CA (Caçambagem); LT (Litragem), BP (Pesagem com Balança Portátil), PC (Pesagem e Classificação) e Real. Os resultados foram tabulados e submetidos à análise de normalidade e homogeneidade de variância. Posteriormente, foi realizada a análise conjunta de variância (Fatorial em DBC). Quando comprovada a diferença entre os processos de amostragem, utilizou-se do teste de Tukey para comparação entre as amostragens e do teste Dunnett para comparação de cada amostragem com o valor real de produtividade. Em seguida fez-se uso da análise de repetibilidade para se inferir acerca da qualidade de cada processo de amostragem. Verificou-se existência de comportamento diferenciado de ano para ano dentre os métodos de determinação da produtividade em milho, podendo haver variação nas estimativas geradas pelos mesmos. Os métodos de determinação da produtividade de milho por pesagem e classificação e por pesagem com balança portátil geraram estimativas de produtividade iguais à produtividade real da área. Os métodos de pesagem e classificação, pesagem com auxílio de balança portátil e caçambagem apresentaram precisão semelhante ao obtido na determinação real de produtividade, exigindo apenas uma repetição do processo por talhão avaliado.

Palavras-chave: Seguro agrícola. Potencial produtivo. *Zea mays*. Colheita mecânica. Produtividade.

4.1 INTRODUÇÃO

O milho é uma herbácea pertencente à classe das monocotiledôneas, família *Poaceae*, tribo *Maydeae*, gênero *Zea*, cientificamente denominado *Zea mays* L. (FERRARI FILHO, 2011). Destaca-se por sua grande importância econômica, principalmente devido ao

valor nutricional de seus grãos, por seu intenso uso na alimentação humana e animal e como matéria-prima para a indústria (GALVÃO *et al.*, 2014; BARROS & ALVES, 2015).

O cultivo do milho safrinha possui ampla adaptação, estando a cultura presente em todas as regiões que compõem o território do estado, seja em maior ou menor escala, resultando em uma diversidade marcante de sistemas de produção (ZUCARELLI *et al.* 2013). A previsão para a safra 2018/19 foi de produção recorde, com 73,8 milhões de toneladas de milho segunda safra, com um crescimento de 36,9% sobre a safra anterior, impulsionados pela maior destinação de área (12,4 milhões de hectares) e clima favorável, o que, na finalização dos números da safra, concretizaram a previsão (CONAB, 2019).

Da mesma forma que para outras culturas, para o cultivo do milho também temos a influência do ambiente, que em alguns casos levam à perda do cultivo, podendo acontecer em diferentes fases do mesmo. Isso evidencia a necessidade do produtor fazer uso de seguro agrícola. Ramos (2009) enfatiza que ao se analisar e comparar o instrumento de seguro agrícola no Brasil, comparado a outros países agrícolas do mundo, a taxa de uso ainda é baixa, mesmo havendo um grande potencial a ser explorado.

Fornazier, Souza e Ponciano (2012) ressaltam que o seguro agrícola tem suas condições e coberturas definidas na apólice contratada, sendo as taxas dos sinistros definidas de acordo com o risco. A condição de reduzir custos tanto por parte dos produtores rurais quanto dos ofertantes de seguros, leva os produtores a preferir produzir sem o seguro, principalmente onde os riscos são de menor percepção (OZAKI, 2008; GUIMARÃES & NOGUEIRA, 2009).

O objeto do seguro irá definir qual o objeto segurável da apólice, e esse irá determinar o limite máximo da indenização (LMI), ou o chamado limite máximo de garantia (LMG) das coberturas contratadas pelo agricultor. Em casos de sinistro o produtor deve comunicar seu agente de seguro o quanto antes, para que esse possa providenciar a vistoria de um perito, designado pela seguradora, a fim de determinar as perdas da lavoura e assim atestar a necessidade do pagamento do seguro contratado (BRASIL, 2020).

No entanto, para que aconteça o pagamento do seguro agrícola, torna-se necessária a determinação da produtividade da área em questão. Para essa determinação o perito pode fazer uso de alguns métodos de determinação. Dentre eles, podemos destacar os métodos manual, por caçambagem e por litragem, os quais, uma vez determinados em seu uso, deverão aparecer de maneira clara na apólice do seguro (BRASIL, 2020).

Dentre esses métodos de determinação da produtividade, o mais utilizado é a metodologia de caçambagem devido à logística de pesagem, com maior precisão, que ocorre

nas unidades de recebimento de grãos. Existem outros métodos para a determinação da produtividade, como os métodos avaliados por Rodrigues *et al.* (2005) em milho. Contudo, a falta de informações acerca da eficiência das metodologias empregadas, dificulta o cálculo da real produtividade, sendo necessária a realização de estudos comparando essas metodologias.

Como a garantia de retorno econômico nessa atividade também está relacionada à garantia de manutenção do produtor rural na propriedade, em alguns casos, e também de seu sustento, é imprescindível para o produtor e para a empresa de seguro determinar a produtividade obtida e a diferença para a produtividade contratada no seguro.

Diante do exposto, o objetivo deste trabalho foi comparar metodologias empregadas na determinação de produtividade da cultura do milho e, também com a produtividade real da área, para fins de seguro agrícola, evidenciando a eficiência dessas metodologias.

4.2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em dez propriedades agrícolas do município de Formosa do Oeste – PR, as quais possuem como classe de solo predominante o LATOSSOLO VERMELHO Eutroférico (LVef) de textura argilosa (SANTOS *et al.*, 2013). O clima, classificado segundo Köppen, é do tipo Cfa, subtropical com inverno seco e verões quentes, com temperatura média anual de 20,5 °C e precipitação total média anual de 1584 mm (CAVIGLIONE *et al.*, 2000). As avaliações foram realizadas no ano agrícola 2017 e 2018, na cultura de milho segunda safra, conforme descrição das áreas na Tabela 1. As áreas estão localizadas entre as coordenadas 24°14' de latitude Sul e 53°17' de longitude Oeste e altitude próxima de 380 m.

A semeadura da cultura do milho segunda safra foi realizada em área posterior ao cultivo da soja, sendo o milho semeado no dia 29 de Janeiro de 2017 e 27 de Janeiro de 2018, em ambos os anos foi utilizado a cultivar 2B587 PW, no sistema de semeadura direta, com 340 kg ha⁻¹ do formulado 10-15-15 como adubação de base. O espaçamento entre linhas empregado para o cultivo foi de 0,45 m, tendo 2,7 plantas por metro linear originando uma população de 60.000 plantas por ha. Os tratos culturais foram realizados quando necessário, em acordo com o desenvolvimento da cultura.

Tabela 1. Área de cultivo, declividade, latitude, longitude e altitude das dez áreas implantadas com Milho, safra 2018 e 2019, no município de Formosa do Oeste – PR

Talhão	Área (ha)	Declividade	Latitude	Longitude	Altitude (m)
1	10,7	3,29	24°16'12.25"S	53°21'29.97"O	396
2	9,3	8,10	24°16'31.47"S	53°21'41.47"O	377
3	18,7	1,87	24°16'43.76"S	53°21'58.59"O	322
4	17,0	8,18	24°16'57.84"S	53°22'20.18"O	298
5	8,7	6,63	24°16'18.31"S	53°21'46.96"O	374
6	11,8	9,31	24°16'18.98"S	53°21'38.75"O	382
7	13,9	7,39	24°15'58.07"S	53°21'40.99"O	358
8	17,3	4,14	24°16'14.80"S	53°21'53.54"O	364
9	16,5	5,90	24°16'13.51"S	53°22'2.76"O	351
10	18,3	8,80	24°16'5.49"S	53°22'23.18"O	328

A característica produtividade foi quantificada nas dez áreas, com plantas de uma única cultivar semeadas na mesma data e submetidas a condições semelhantes de solo, relevo, regime hídrico e manejo, utilizando seis métodos de determinação da produtividade, sendo eles MA (Manual), CA (Caçambagem), LT (Litragem), BP (Pesagem com Balança Portátil), PC (Pesagem e Classificação) e a determinação Real da produtividade.

No método manual de avaliação, a área foi dividida em glebas homogêneas, o número de amostras realizado proporcionalmente ao tamanho da gleba (Tabela 2) em formato de "X". Cada amostra foi composta de duas linhas paralelas com cinco metros lineares e as espigas coletadas nas duas fileiras. Posteriormente foi realizado o cálculo do tamanho da amostra (m²). Ao finalizar a coleta foi realizada a debulha, o material colhido foi peneirado retirando as impurezas existentes, foi determinado o teor de umidade e, com balança de precisão de 0,01 kg, foi realizada a pesagem dos grãos. A produtividade foi calculada a partir do peso total da amostra pela área amostrada e o resultado transformado para kg ha⁻¹.

No método mecanizado, a avaliação foi realizada de quatro maneiras: caçambagem, pesagem por litro, pesagem com balança portátil e pesagem. Em todas elas, o primeiro passo foi a estratificação da área para obtenção de glebas homogêneas. Em seguida, com uma colheitadeira New Holland TC 5090 tendo plataforma de 11 linhas de 0,45 m (4,95 metros), GPS Garminetrex10 e com auxílio do operador da colheitadeira, realizou-se a colheita e determinou-se o percurso colhido (metros lineares). As áreas foram percorridas em zig zag, desprezando as bordaduras e locais não representativos, proporcionalmente ao tamanho de cada gleba (Tabela 2), até a capacidade máxima do tanque graneleiro.

Na técnica por caçambagem, foi realizada amostragem até que o tanque graneleiro estivesse cheio, a partir da largura da plataforma pela distância percorrida foi obtida a área amostrada. Com o volume de material colhido (um tanque graneleiro da colhedora empregada) e a densidade do mesmo, calculou-se a produtividade em kg ha⁻¹.

Na análise pela metodologia pesagem por litro, foi coletada uma amostra dos grãos colhidos em um galão de 20 litros, o qual foi pesado, e o peso total da amostra calculado por regra de três.

Para a determinação da produtividade na avaliação com balança portátil empregou-se uma balança móvel de precisão com capacidade de 5 kg, disposta sob o eixo do caminhão. Para tanto foi pesado o caminhão sem carga (tara) e, posteriormente, pesado com a carga de grãos colhidos na área pré-estabelecida de acordo com Caixeta Filho *et al.* (2014).

Nos métodos de caçambagem, pesagem por litro e pesagem com balança portátil, do peso total amostrado foi realizado desconto da impureza por meio da metodologia do MAPA (2011), e o teor de umidade de grãos mensurados com equipamento específico de medir umidade de grãos, portátil AL-102 Eco.

Na avaliação por pesagem e classificação, a produtividade obtida foi descarregada no caminhão e levada para a Cooperativa Agrícola do entreposto de recebimento de grãos do município, onde foi realizada a pesagem e classificação (impureza e umidade), de acordo com a metodologia estabelecida pela empresa, então foi calculada a produtividade partindo do peso líquido dividido pela área amostrada, os resultados também foram extrapolados para kg ha⁻¹.

A produtividade real de cada área foi obtida pela razão da quantidade colhida e entregue na cooperativa e a área total colhida de acordo com o tamanho de cada área avaliada, conforme apresentado na Tabela 2.

Tabela 2. Tamanho e características das amostras coletadas nas áreas da cultura do Milho, safra 2017 e 2018, no município de Formosa do Oeste – PR.

2017										
Talhão	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Área	10,7	9,3	18,7	17,0	8,7	11,8	13,9	17,3	16,5	18,3
Dados das Amostras Manuais										
Nº da Amostra	5	4	5	5	4	4	5	5	5	5
Tam. Amostra (m ²)	22,5	18	22,5	22,5	18	18	22,5	22,5	22,5	22,5
Dados das Amostras Mecanizadas										
Larg. Plataforma	4,95	4,95	4,95	4,95	4,95	4,95	4,95	4,95	4,95	4,95
Área Percorrida (m ²)	1.650	1.650	1.800	1.740	1.600	1.730	1.700	1.730	1.750	1.780
Tam. Amostra (ha ⁻¹)	0,82	0,81	0,89	0,86	0,79	0,86	0,84	0,86	0,87	0,88
2018										
Talhão	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Área	10,7	9,3	18,7	17,0	8,7	11,8	13,9	17,3	16,5	18,3
Dados das Amostras Manuais										
Nº da Amostra	5	4	5	5	4	4	5	5	5	5
Tam. Amostra (m ²)	22,5	18	22,5	22,5	18	18	22,5	22,5	22,5	22,5
Dados das Amostras Mecanizadas										
Larg. Plataforma	4,95	4,95	4,95	4,95	4,95	4,95	4,95	4,95	4,95	4,95
Dist Percorrida (ml)	1.850	1.840	2250	2200	1820	1860	1980	2100	2000	2180
Tam. Amostra (ha)	0,92	0,91	1,11	1,09	0,90	0,92	0,98	1,04	0,99	1,08

Os resultados foram tabulados e submetidos à análise de normalidade e homogeneidade de variância, para verificação das pressuposições necessárias para rodar a análise de variância. Posteriormente, os dados foram submetidos à análise conjunta de variância, sendo a mesma caracterizada como fatorial 2x6 (2 anos de avaliação x 6 métodos de determinação da produtividade), sendo cada talhão (área) considerado como um bloco (repetição), totalizando 10 blocos.

Quando da significância da ANOVA, os tratamentos foram comparados com o auxílio do teste Tukey e, para comparar cada método de avaliação com a produtividade real, foi realizado o teste Dunnet.

Para obtenção dos componentes de variância genética, residual e total de cada método de análise, realizou-se primeiro a análise de variância dos dados obtidos em cada método separadamente. Ou seja, considerando que o método fosse a variável a ser avaliada, sendo considerados como tratamentos os anos agrícolas e como repetições os talhões. Com os resultados dessa análise de variância pode-se calcular os valores dos coeficientes de variância genético, residual e total de cada método, seguindo o estabelecido por Cruz et al (2012).

Após realizada a separação dos arquivos de cada método de amostragem procedeu-se a análise de repetibilidade dos dados seguindo o modelo de repetibilidade da equação:

$$Y_{ij} = \mu + G_i + A_j + GA_{ij} + E_{ij} / Y_{ij} = \mu + G_i + E_{ij}$$

Em que:

Y_{ij} = informação referente ao i -ésimo ano de cultivo no j -ésimo talhão de avaliação;

μ = média geral;

G_i = efeito do i -ésimo ano de cultivo sob influência do efeito permanente dos talhões ($i = 1, 2...p$);

A_j = efeito do j -ésimo talhão ($j = 1, 2...n$);

GA_{ij} = efeito da interação do i -ésimo ano de cultivo com o j -ésimo talhão de avaliação;

E_{ij} = erro experimental atribuído aos efeitos temporários do i -ésimo ano de cultivo no j -ésimo talhão;

O número mínimo de medições necessárias para predizer a produtividade real (η), com base em coeficientes de determinação (R^2) pré-estabelecidos (0,80, 0,85, 0,90 e 0,95), foi calculado pela expressão: $\eta = R^2(1 - r)/(1 - R^2)r$, em que r corresponde ao coeficiente de repetibilidade de cada método de amostragem. Em seguida, realizou-se a confecção da figura que relaciona os valores de R^2 e o número mínimo de medições necessárias.

As análises estatísticas foram realizadas com o auxílio do aplicativo computacional Genes (CRUZ, 2013).

4.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A aplicação do teste de normalidade de Lilliefors evidenciou que os erros dos dados de produtividade possuem distribuição normal. De acordo com Miot (2017), existe uma dezena de testes estatísticos que analisam o ajuste dos dados à distribuição normal a partir de diferentes pressupostos e algoritmos. Neste sentido, todos os testes presumem a hipótese de normalidade dos dados (H_0), revertendo em um p-valor $> 0,05$ quando há aderência aos parâmetros de normalidade, neste trabalho o p-valor foi menor que 0,01, evidenciando elevada normalidade dos erros.

O teste de homogeneidade de variâncias de Bartlett possibilitou verificar a homogeneidade dos erros entre os métodos de determinação da produtividade empregados. A aplicação do teste de Bartlett com $p = 0,05$ é feita com o objetivo de observar a homogeneidade das variâncias dos erros entre os tratamentos testados, e em casos necessários faz a indicação da necessidade de se transformar os dados (STEEL *et al.*, 1997), o que não foi necessário neste trabalho. Diante disso, pode-se fazer uso da análise de variância dos dados obtidos, cujo resultado pode ser visualizado na Tabela 3.

Pelo quadro da análise de variância dos dados de produtividade obtidos com as diferentes estratégias de amostragens (Tabela 3) evidenciamos que existe significância da interação entre os efeitos de anos e estratégias de amostragens. Isso significa que as técnicas de amostragens podem ter resultados diferentes de um ano de cultivo para outro, ou ainda, que o cultivo pode alterar o resultado de um método de determinação da produtividade de milho.

Tabela 3. Resultados da análise de variância dos dados de produtividade (kg ha^{-1}) originados pelos métodos de obtenção para a cultura do Milho, safras 2017 e 2018, no município de Formosa do Oeste – PR.

Fator de Variação	GL	SQ	QM
Talhões/Ano	18	736.48	40.91
Amostragens (Am)	5	710.05	142.01 **
Anos (A)	1	7814.66	7814.66 **
Interação AmxA	5	713.89	142.77 **
Resíduo	90	374.13	4.15
Média Geral (kg ha^{-1})		4.686,00	
CV (%)		2,61	

ns: não significativo; *: significativo a 5% de probabilidade, e **: significativo a 1% de probabilidade respectivamente, pelo teste F.

Fonte: A autora (2020)

De acordo com Cardoso (2008), na maioria das vezes o interesse em observar a homogeneidade das variâncias em experimentos agrônômicos se resume a verificar a influência dos fatores controláveis na variável resposta. Entretanto, não há uma preocupação com heterogeneidade da parcela experimental durante a implantação e condução do experimento, o que pode acabar tornando a técnica de blocagem insuficiente. O autor ressalta ainda que o mesmo pode ocorrer na caracterização da variável e suas relações com fatores desconhecidos e que possam chegar a influenciar na resposta final do experimento. Ter um valor de quadrado médio de talhões dentro de ano (Talhões/Ano) significativo indica que o sistema de blocagem empregado neste trabalho foi eficiente em remover do resíduo os efeitos de bloco, garantindo assim melhor qualidade à análise.

Durante os dois anos de avaliação verificou-se produtividade média de 4.686 kg ha⁻¹. Esta produtividade é considerada acima da produtividade média brasileira, que foi de 4.301 kg ha⁻¹ nesses anos. No entanto, a diferença entre os anos de produção pode ser explicada pelo estresse hídrico ocorrido no segundo ano de cultivo, o que impactou de maneira negativa na produção, com redução de 24,7% em relação ao ano anterior, conforme informações da Conab (2016). A produtividade média verificada neste experimento (78,10 sacas de 60 kg ha⁻¹) correspondeu a 54% do valor de produtividade obtido para essa mesma cultivar (2B587 PW) por Freitas *et al.* (2017), nas safras de 2015/16 e 2016/2017 eles obtiveram produtividade de 8.609 kg ha⁻¹, o que corresponde à produtividade de 143 sacas de 60 kg ha⁻¹.

De acordo com os relatórios do Deral (2018), o atraso na semeadura do milho de segunda safra em algumas regiões do Estado do Paraná e a baixa precipitação, que atingiu o final da fase vegetativa da cultura, assim como as fases de florescimento e enchimento de grãos, refletiu diretamente na produtividade do grão no Estado, demonstrando redução média na produção final de grãos de 32,4 %.

A expressão do potencial genético de uma planta é resultado da interação do crescimento vegetal com os fatores ambientais que abrangem o metabolismo vegetal. Nesse sentido, pode ocorrer diferença da produtividade média obtida em lavouras, bem como quando comparadas com áreas de cultivo em condições de adequado manejo, essa condição pode ter diversas causas. Dentre essas causas podemos citar a utilização de cultivares com baixo potencial de produção de grãos, ou ainda que estas cultivares não sejam adaptados à região de cultivo, passando também pela aplicação insuficiente de doses de fertilizantes, desrespeito à época de semeadura adequada, inadequação do arranjo de plantas, por manejo insuficiente de plantas invasoras, pragas e doenças (SANGOI *et al.*, 2007).

O CV obtido neste experimento apresentou média de 2,61%, que segundo a classificação de Pimentel Gomes (2009), em experimentos a campo, CV com valor inferior a 10% é considerado baixo, demonstrando alta precisão do experimento. Esse valor de CV é uma evidência de que os métodos de determinação da produtividade de milho em condição de campo apresentam reduzida variação entre suas repetições. Ou ainda, a diferença entre as determinações é pequena, com isso os métodos aqui avaliados possuem elevada precisão dentro do processo de determinação da produtividade, porém isso não é garantia de elevada exatidão dentro desse processo.

A Tabela 4 contém os resultados médios de produtividade obtidos pelos diferentes métodos de amostragem empregados nos cultivos de milho dos anos agrícolas de 2017 e 2018. Em 2017 as estimativas de produtividade obtida em cada método de determinação foram superiores aos valores obtidos em 2018. Isso era esperado uma vez que a produtividade real em 2017 também foi superior à produtividade real obtida em 2018. Esse resultado evidencia novamente a presença de precisão em cada método de estimativa, pois ao diminuir o valor real todas as estimativas obtidas também foram reduzidas.

Em 2017, o método de determinação por caçambagem originou uma super estimativa de produtividade superior aos demais métodos. Em 2018, podemos inferir que o método da caçambagem, junto ao método manual, apresentaram as maiores estimativas de produtividade. Assim, podemos apontar que o método da caçambagem pode gerar estimativas superestimadas da produtividade, comprovando esse resultado ao comparar suas estimativas com o valor real obtido (Tabela 4).

No método de caçambagem quando é realizada a colheita dos grãos, utiliza-se da capacidade máxima de armazenamento do tanque graneleiro, que tem sua capacidade definida no manual de cada equipamento e são descritos em litros ou m³. Dessa forma, após é realizado o cálculo do peso da amostra do tanque graneleiro que é baseada em uma tabela pré-determinada (na tabela do quadro 1) e que leva em consideração o peso médio normal dos grãos. Dessa maneira, na avaliação real que é feita na prática do dia a dia do campo, quando há intempéries climáticas, essas podem afetar o desenvolvimento da planta e por consequência os parâmetros agrônômicos de qualidade dos grãos como o peso do grão, assim a estimativa de produtividade baseada no volume do tanque graneleiro poderá estar sendo superestimada.

No caso da avaliação manual, são avaliadas áreas menores (quando comparado à mecanizada), então pode-se tendenciar o resultado final.

A determinação da produtividade pelos métodos de pesagem e classificação (PC) e pesagem com balança portátil (BP), tanto em 2017 quanto em 2018 geraram estimativas de produtividade iguais à determinação real. Estes resultados podem ser justificados pela metodologia de realização dessas determinações, em que se pesa toda amostra coletada, assim os resultados se aproximam da realidade do produtor no dia a dia de colheita efetiva. Aqui corroboramos o que foi evidenciado por Rodrigues (2004), em que as metodologias de pesagem podem ser utilizadas de maneira geral, não se restringindo à propriedade agrícola, gerando valores estatísticos com maior precisão no que se refere à determinação do desempenho da cultura do milho.

As metodologias de litragem, caçambagem e manual não apresentaram estimativas iguais ao valor real de produtividade (Tabela 4). Os resultados obtidos para estas metodologias podem ser explicados pela variabilidade de amostragem obtida a campo, o que pode influenciar a significância estatística dos resultados.

Tabela 4. Resultado do teste de comparação (Tukey e Dunnett) das médias de produtividade (sacas de 60 kg ha⁻¹) originados pelos métodos de amostragens para a cultura do milho, safras 2017 e 2018, no município de Formosa do Oeste – PR

Tratamentos (T)	Ano			
	2017		2018	
PC	86.31	Ab α	66.76	Bc α
MA	80.04	Ad	74.48	Ba
CA	91.61	Aa	72.99	Ba b
LT	60.24	Ae a	70.66	Bb
BP	83.59	Ac α	67.35	Bc α
Real	85.24	α	67.95	α

Médias seguidas pelas mesmas letras maiúsculas na HORIZONTAL e letras minúsculas na VERTICAL não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$). Médias seguidas de mesma letra grega não diferem entre si pelo teste de Dunnett ($p < 0,05$).

Vale ressaltar a observação de Costa (2003), segundo a qual as ferramentas estatísticas para a análise de dados são comumente utilizadas na análise e interpretação de resultados em experimentos. No entanto, o autor salienta que não se utilizam essas ferramentas de forma adequada, e um dos possíveis motivos para tal é a enorme variedade de técnicas estatísticas disponíveis. Aqui lançamos mão de duas outras análises (componentes de variância e estudo da relação entre o coeficiente de determinação e o número de repetições) com o intuito de determinar a qualidade da precisão de cada método de determinação da produtividade em milho.

Com base nas médias de produtividade obtidas em cada metodologia, realizou-se, com o auxílio da análise de variância, a obtenção dos estimadores dos componentes de

variância de análises individuais (BARBIN, 1993). Na Tabela 5, observam-se as estimativas dos componentes de variância genético, residual e total, obtidas da análise dos dados de produtividade gerados por cada metodologia de determinação da produtividade de milho.

De acordo com o que salienta Rao (1997), os modelos de componentes de variância têm correlação com os efeitos genéticos e ambientais e são usados para realizar a análise de experimentos de casa de vegetação e laboratórios, principalmente com o objetivo nas mudanças evolutivas de diferentes tratamentos de uma geração para outra. Nos experimentos agrícolas onde se tem como objetivo a busca pela melhoria nas variedades dos alimentos, metodologias de cultivo, dentre outros, os componentes de variância são usados para esse tipo de análise a fim de permitir a generalização dos resultados. Contudo, esses componentes de variância permitem inferir quanto ao nível de repetição da informação obtida, o que se encaixa na condição experimental em que o objetivo está na determinação de metodologias que possam garantir suas aplicações, com sucesso, em outros experimentos, não apenas no experimento em análise.

Os resultados das estimativas dos componentes de variância genética foram em sua maioria 90% maiores que as estimativas do componente de variância residual. Isso indica que para os métodos em que isso acontece (PC, CA, LT e BP), existe grande precisão em suas estimativas. Apenas para o método manual a relação entre os componentes de variância residual e o genético foi inferior a 90%, evidenciando que esse método apresenta menor precisão que os demais (Tabela 6).

Brandão (2013) ressalta a relação dos fatores não controlados que estão presentes na execução dos testes, os quais podem explicar parte da variabilidade nos valores obtidos. A autora salienta ainda que também pode haver interferência dos fatores genéticos ou da interação entre os testes realizados com a genética da cultura estudada. Diante desse argumento, podemos inferir que no processo de obtenção da produtividade utilizando o método manual, existem fatores não controlados que interferem e aumentam com isso o valor da estimativa do componente residual.

Tabela 6. Estimativas dos componentes de variância genético, de resíduo e total, para as diferentes metodologias de determinação da produtividade (MA-Manual, CA-Caçambagem, LT-Litragem, BP-Pesagem com Balança Portátil, PC-Pesagem e Classificação) e Real, na cultura do milho, Formosa do Oeste - Paraná

Métodos	Componentes de Variância		
	Genético	Resíduo	Total
PC	190,40	5,83	196,23
MA	14,77	7,06	21,84
CA	172,76	5,69	178,45

LT	189,94	18,41	208,35
BP	131,28	5,53	136,81
Real	149,13	3,03	142,16

De acordo com o que enfatizam Cargnelutti Filho e Storck (2009), em seu trabalho, ensaios com quatro repetições permitem ao pesquisador a identificação das cultivares superiores quando comparadas à produtividade de grãos, apresentando 85% de precisão no prognóstico de seu valor real. Cargnelutti Filho; Storck e Guadagnin (2010) ressaltam que ensaios com três e quatro repetições demonstram que cultivares superiores de milho em relação à produtividade dos grãos, têm aproximadamente 81% de exatidão na previsão de seu valor real.

Cargnelutti Filho, Ribeiro e Storck (2009) afirmam que experimentos que apresentam valores altos do coeficiente de repetibilidade demonstram regularidade da superioridade das cultivares quando comparados entre um bloco para outro, dentro do mesmo ensaio, e por consequência demandam um menor número de repetições visando a identificação de uma cultivar superior. Segundo Peixoto-Sobrinho *et al* (2008), o coeficiente de variação de repetibilidade pode ser utilizado na validação de metodologias em diferentes áreas. Gurgel (2013) ainda enfatiza que quanto maior o número de repetibilidade, menor será o coeficiente de variação, e maior será a proporção de coincidência existente entre os experimentos em que se empregou uma mesma metodologia.

Para os tratamentos realizados neste experimento foram considerados os anos agrícolas em que se testou os parâmetros, pois cada parâmetro foi considerado um método, ou seja, analisou-se cada um deles. Dessa maneira, é importante decidir quais os números de repetibilidade do método para se obter a precisão do experimento. Pois a repetibilidade possibilita ao pesquisador definir quais são os critérios de descarte de um experimento de avaliação e recomendação de cultivares, ou, nesse caso, do método.

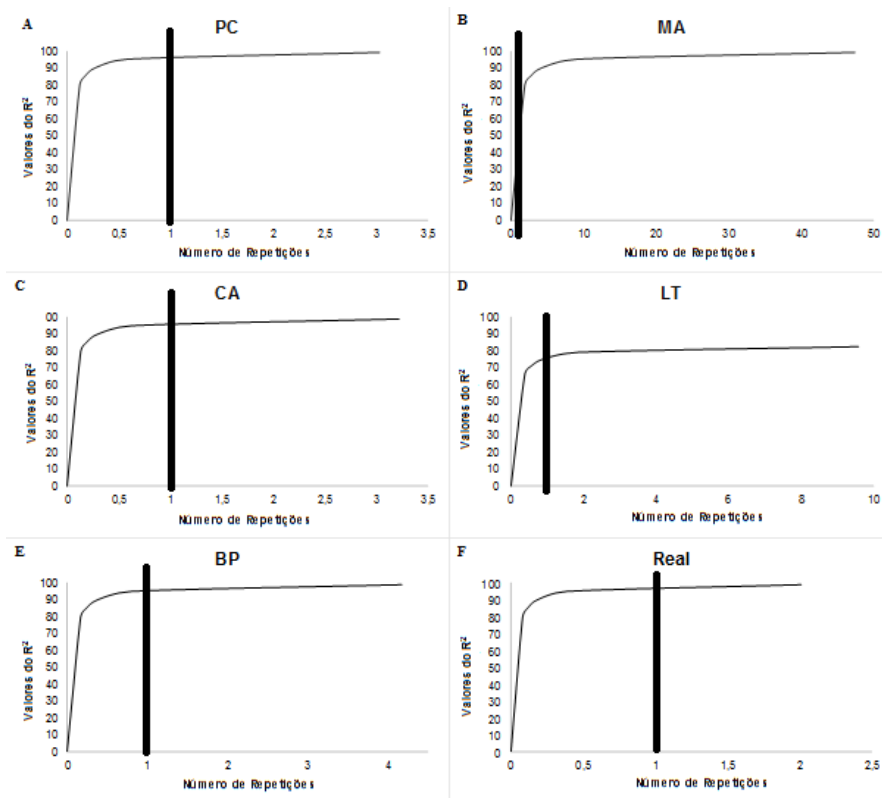
Os resultados apresentados na Figura 1 correspondem à análise da relação entre o número de repetições e o coeficiente de determinação de cada método de amostragem da produtividade de milho. De maneira que, para os métodos pesagem e classificação (Figura 1A), Caçambagem (Figura 1C) e Pesagem com balança portátil (Figura 1E) temos resultados próximos ao determinado como produtividade Real. Ou ainda, apenas uma repetição da metodologia já atingiu valores do coeficiente de determinação na região estável da curva (valor do coeficiente de determinação superior a 90%).

No método manual (Figura 1 B) verificamos que para atingir 90% do coeficiente de determinação precisaríamos de 8 a 9 repetições, comprovando com isso que esse método não possui boa precisão em seu processo de determinação da produtividade de milho.

O método da litragem (Figura 1D) exigiu duas repetições para atingir coeficiente de determinação acima de 90%, assim, para empregar esse método com confiança, deve-se repetir o processo de determinação pelo menos mais uma vez dentro da área em análise.

Nesse contexto, Caraguel *et al.* (2009) ressaltam que a estimativa de precisão de um experimento por meio da repetitividade e reprodutibilidade por meio do teste é um importante passo do processo de validação de resultados, entretanto, muitas vezes, é negligenciado, sendo realizado com baixo número de repetições, impossibilitando a precisão nos resultados.

Figura 1. Relação entre o número de repetições e o coeficiente de determinação obtidos para cada método de determinação da produtividade (MA-Manual, CA-Caçambagem, LT-Litragem, BP-Pesagem com Balança Portátil, PC-Pesagem e Classificação e Real), de milho, ano agrícola 2017 e 2018, Formosa do Oeste – PR.



Fonte: A autora (2020).

Os valores de resíduo estão relacionados com a quantidade de repetições necessárias para a realização dos tratamentos. Neste estudo, os valores de resíduo (Tabela 4) demonstram que os valores de PC, CA e BP foram os que mais próximos ficaram do valor real, por outro lado, o valor obtido para LT foi o mais distante do valor real. A medida de regularidade dessas medidas pode ser interpretada como boa para captar a variação ambiental de experimentos a campo e, por consequência inferir-se precisão nos valores obtidos.

4.4 CONCLUSÃO

1. Verificou-se existência de comportamento diferenciado de ano para ano dentre os métodos de determinação da produtividade em milho, podendo haver variação nas estimativas geradas pelos mesmos.

2. Os métodos de determinação da produtividade de milho por pesagem e classificação e por pesagem com balança portátil geraram estimativas de produtividade iguais a produtividade real da área.
3. Os métodos de pesagem e classificação, pesagem com auxílio de balança portátil e caçambagem apresentaram precisão semelhante ao obtido na determinação real de produtividade, exigindo apenas uma repetição do processo por talhão avaliado.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BARBIN, D. **Componentes de variância: teoria e aplicações**. 2 ed. rev. e amp. Piracicaba: FEALQ, 1993. 108p.

BARROS, G. S. A. C.; ALVES, L. R. A. Referenciais do mercado e formação do preço do milho no Brasil. USP-ESALQ. **Visão agrícola**. Nº13, Piracicaba –SP, Jul/Dez 2015. Disponível em: <<http://www.esalq.usp.br/visaoagricola/sites/default/files/Esalq-VA13-Milho.pdf>> Acesso em: 02 mar. 2020.

BRANDÃO, N. A. L. **Repetitividade e reprodutibilidade na validação de métodos para testes de germinação de sementes de espécies florestais**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Uberlândia – UFU. 2013. 108f.

BRASIL – Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Guia de Seguros Rurais**. 2020. 44f. Disponível em:< <http://www.agricultura.gov.br/assuntos/riscos-seguro/seguro-rural/publicacoes-seguro-rural/guia-dos-seguros-rurais>> Acesso em: 15 marc. 2020.

CARAGUEL, C.; STRYHN, H.; GAGNÉ, N.; DOHOO, I.; HAMMELL, L. Traditional descriptive analysis and novel visual representation of diagnostic repeatability and reproducibility: Application to an infectious salmon anaemia virus RT-PCR assay. **Preventive Veterinary Medicine**, Amsterdam, v.92, n.2, p.9-19, 2009.

CARDOSO, N. A. **Métodos estatísticos para análise de dados de contagem de ácaros rajados e teores foliares de nutrientes em pomares de pessegueiro**. Tese de Mestrado. UFPR. Curitiba. 2008. Disponível em: <<https://acervodigital.ufpr.br/bitstream/handle/1884/14543/Microsoft:jsessionid=1ABF02433A0D56DC32695CB4218AB4FE?sequence=1>> Acesso em: 11 dez. 2019. 146f.

CARGNELUTTI FILHO, A.; STORCK, L.; GUADAGNIN, J. P. Número de repetições para a comparação de cultivares de milho. **Ciência Rural**, v. 40, n. 05, p. 1023-1030, 2010.

CARGNELUTTI FILHO, A.; RIBEIRO, N. D.; STORCK, L. Número de repetições para a comparação de cultivares de feijão. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.39, n.9, p.2419-2424, dez, 2009.

CAVIGLIONE, J.H.; KIIHL, L.R.B.; CARAMORI, P.H.; OLIVEIRA, D. **Cartas climáticas do Paraná**. Londrina, Iapar, 2000. CD ROM.

CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento. **Perspectiva agropecuária**, Brasília, v.7, p. 1-100, out. 2019.

CONAB – **Acompanhamento da safra brasileira de grãos**: Monitoramento agrícola – Safra 2015/16. V. 3 - SAFRA 2015/16 - N. 12 - Décimo segundo levantamento. SETEMBRO 2016.

COSTA, N. P. O. **Estatística**. São Paulo: Edgard Blucher, 2003

CRUZ, C. D. GENES: a software package for analysis in experimental statistics and quantitative genetics. **Acta Scientia Agronomica**, Maringá, 2013. v. 35, n. 3, p. 271-276.

CRUZ, C.D.; REGAZZI, A.J.; CARNEIRO, P.C.S. **Modelos Biométricos Aplicados ao Melhoramento Genético** - V. 1, 4 edição, 2012, 514p.

DERAL – Departamento Economia Rural, Paraná. **Paraná-Comparativo de área, produção e rendimento para a cultura: milho (2ª safra) – safras 17/18 e 18/19**. 2018. Disponível em: <<http://www.agricultura.pr.gov.br/arquivos/File/deral/pss.xls>> Acesso em: 12 fev. 2019.

FERRARI FILHO, E. **Métodos e Temperaturas de Secagem sobre a qualidade físico-química e microbiológica de grãos de milho no armazenamento**. 2011. 95 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia com Ênfase em Horticultura) - Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio grande do Sul, Porto Alegre, 2011.

FORNAZIER, A; SOUZA, P. M; PONCIANO, N. J. **A importância do seguro rural na redução de riscos da agropecuária**. **Revista de Estudos Sociais**. 2012, Nro 28, Vol 14 Pag. 39.

FREITAS, E.R.; SAKOMURA, N.K.; NEME, R. et al. Efeito do processamento da soja integral sobre a energia metabolizável e a digestibilidade dos aminoácidos para aves. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, p.1948-1949, 2005.

GALVAO, J. C. C.; MIRANDA, G. V.; TROGELLO, E; FRITSCHÉ-NETO, R. Sete décadas de evolução do sistema produtivo da cultura do milho. **Revista Ceres**. 2014, 61, suppl.

GUIMARÃES, M. F; NOGUEIRA, J. M. A experiência norte-americana com o seguro agrícola: lições ao Brasil? **Revista de economia e sociologia rural**, Piracicaba, v. 47, n. 1, p. 27-58, jan.-mar. 2009.

GURGEL, F. L; FERREIRA, D. F; SOARES, A. C. S. **O Coeficiente de Variação como Critério de Avaliação em Experimentos de Milho e Feijão**. **Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento n. 85**. Embrapa Amazônia Oriental. Belém. 2013.

MIOT, H. A. Avaliação da normalidade dos dados em estudos clínicos e experimentais. **Journal Vasc Bras**. 2017 Apr.-Jun.; 16(2):88-91. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/jvb/v16n2/1677-5449-jvb-16-2-88.pdf>> Acesso em: 10 jan. 2020.

OZAKI, V. A. Em busca de um novo paradigma para o seguro rural no Brasil. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, Rio de Janeiro, v. 46, n. 1, p. 97-119, jan.-mar. 2008.

PEIXOTO-SOBRINHO, T.J.S.; SILVA, C.H.T.P.; NASCIMENTO, J.E.; MONTERIO, J.M.; ALBUQUERQUE, U.P.; AMORIM, E.L.C. Validação de metodologia espectrofotométrica para quantificação dos flavonóides de *Bauhinia cheilantha* (Bongard) Steudel. **Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas**, v.44, n.4, p.683-689, 2008.

PIMENTEL GOMES, F. **Curso de estatística experimental**. 15 ed. Piracicaba: Degaspari, 2000. 451p.

RAMOS, R. C. O seguro rural no Brasil: origem, evolução e proposições para aperfeiçoamento. **Informações Econômicas**, SP, v.39, n.3, mar. 2009.

RAO, P. S. R. S. **Variance components estimation: mixed models, methodologies and applications**. London: Chapman & Hall, 1997. 204p.

REETZ, H. Here's how to estimate yields for corn and soybeans before harvest. **Better Crops With Plant Food**, Atlanta, v. 71, p. 18-19, 1987.

RODRIGUES, V. N.; VON-PINHO, R. G.; PAGLI, C. M.; BUENO FILHO, J. S. S.; BRITO, A. H. Comparação entre métodos para estimar a produtividade de grãos de milho. **Ciênc. agrotec.**, Lavras, v. 29, n. 1, p. 34-42, jan./fev. 2005.

RODRIGUES, V. N. **Comparação entre métodos para estimar a produtividade de grãos de milho**. Dissertação de Mestrado. UFLA. Lavras, 2004. 59f. Disponível em: <http://repositorio.ufla.br/bitstream/1/3544/1/DISSERTA%C3%87%C3%83O_Compara%C3%A7%C3%A3o%20entre%20m%C3%A9todos%20para%20estimar%20a%20produtividade%20de%20gr%C3%A3os%20de%20milho.pdf> Acesso em 02 jan. 2020.

SANGOI, L.; SILVA, P. R. F.; ARGENTA, G.; RAMBO, L. **Desenvolvimento e exigências climáticas da planta de milho para altos rendimentos**. Lages, SC. Graphel, 2007. 96 p.

SANTOS, G. R.; SOUZA, A. G.; ALVARENGA, G. Seguro agrícola no Brasil e o desenvolvimento do programa de subvenção ao prêmio. In: **Texto para discussão** / Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada.- Brasília: Rio de Janeiro : Ipea. 2013.

STEEL, R.G.D.; TORRIE, J.H.; DICKEY, D.A. **Principles and procedures of statistics: a biometrical approach**. 3.ed. New York: McGraw Hill Book, 1997. 666p.

ZUCARELI, C; OLIVEIRA, M. A; SPOLAOR, L. T; FERREIRA, A. S. **Desempenho agrônomo de genótipos de milho de segunda safra na região Norte do Paraná**. **Scientia Agraria Paranaensis - SAP** Mal. Cdo. Rondon,2013. v. 12, n. 3, jul./set., p.227-235.

5 ARTIGO 3 - MÉTODOS DE DETERMINAÇÃO DA PRODUTIVIDADE NAS LAVOURAS DE SOJA

RESUMO - O objetivo deste trabalho foi comparar metodologias empregadas na determinação de produtividade da cultura da soja e, também com a produtividade real da área, para fins de seguro agrícola. A determinação da produtividade foi quantificada em dez áreas, com plantas de uma única cultivar semeadas na mesma data e submetidas a condições semelhantes de solo, relevo, regime hídrico e manejo, utilizando-se na determinação seis métodos de avaliação: MA (Manual); CA (Caçambagem); LT (Litragem), BP (Pesagem com Balança Portátil), PC (Pesagem e Classificação) e Real. Os resultados foram tabulados e submetidos à análise de normalidade e homogeneidade de variância. Posteriormente, foi realizada a análise conjunta de variância (Fatorial em DBC), quando comprovada a diferença entre os processos de amostragem, utilizou-se do teste de Tukey para comparação entre as amostragens e do teste Dunnett para comparação de cada amostragem com o valor real de produtividade. Em seguida fez-se uso da análise de repetibilidade para se inferir acerca da qualidade de cada processo de amostragem. Os métodos de determinação da produtividade de soja por pesagem e classificação no ano de 2017/2018, por pesagem e classificação e por pesagem com balança portátil no ano de 2018/2019 geraram estimativas de produtividade iguais à produtividade real da área. Os métodos de pesagem e classificação, litragem, caçambagem e pesagem com auxílio de balança portátil apresentaram precisão semelhante ao obtido na determinação real de produtividade, exigindo apenas uma repetição do processo por talhão avaliado.

Palavras Chave: *Glycine max* (L) Merrill, Seguro Agrícola, Colheita Mecânica. Planejamento Agrícola.

5.1 INTRODUÇÃO

A soja (*Glycine max* (L) Merrill) é uma planta herbácea, da classe *Rosidaeae*, ordem *Fabales*, família *Fabaceae*, subfamília *Papilionoideae*, tribo *Phaseoleae*, gênero *Glycine* L., espécie *Glycine max* (L) Merrill. Sendo uma planta anual, herbácea, ereta, autógama, originária de clima temperado, que apresenta ampla adaptação aos climas subtropicais e tropicais (BORÉM; MIRANDA; FRITSCHÉ-NETO, 2017; SEDIYAMA, 2009).

Considerada uma das mais importantes culturas na economia mundial, movimentou em 2018 cerca de 31,7 bilhões de dólares (AGROSTAT, 2019). A soja é muito utilizada pela agroindústria (produção de óleo vegetal e rações para alimentação animal), indústria química e de alimentos, sendo que seu grande incremento na produção mundial pode ser atribuído a diversos fatores, dentre os quais merecem destaque o elevado teor de óleo (ao redor de 20%) e proteínas (em torno de 40%) de excelentes qualidades. A soja é uma commodity padronizada e uniforme, podendo, ser produzida e negociada por produtores de diversos países, apresentando alta liquidez e demanda. Nas últimas décadas, houve expressivo aumento da oferta de tecnologias de produção, que permitiram ampliar significativamente a área cultivada e a produtividade dessa oleaginosa (LAZZAROTTO & HIRAKURI, 2010).

A produtividade média das lavouras brasileiras estimada para a safra 2018/19 é 115 milhões de toneladas com um crescimento de 2,1% na área de plantio, atingindo 35,822 milhões de hectares. O Brasil ocupa atualmente a segunda posição no cenário mundial de produção, sendo o maior exportador de soja do mundo, com 75 milhões de toneladas de soja em grãos exportados. O estado do Paraná tem produção estimada em 16,253 milhões de toneladas, em área cultivada de 5,438 milhões de hectares (CONAB, 2019).

A soja é cultivada amplamente no Brasil, em regiões que vão desde frias e com altitudes superiores a 1200m a regiões quentes com baixas altitudes e latitudes, o que cria inúmeras maneiras de expressão de produção da cultura (EMBRAPA, 2017). No entanto, a cultura da soja é afetada em termos de produtividade pelas intempéries climáticas. Assim, o produtor pode lançar mão do seguro agrícola, o qual figura como uma opção de resguardo do investimento feito pelo mesmo, em que, se necessário, os custos são cobertos por apólices de seguros.

Para a contratação do seguro agrícola algumas informações devem ser criteriosamente repassadas pelo produtor rural para a seguradora, a fim de assegurar o pagamento ocasionado por sinistros. De acordo com Brasil (2020), quando ocorre um sinistro é fundamental que o produtor comunique o seu agente de seguro o mais breve possível, para que o agente possa requerer a vistoria. Essa vistoria deve ser realizada por um perito designado pela seguradora, a fim de determinar as perdas da lavoura e assim atestar a necessidade do pagamento do seguro contratado (BRASIL, 2020).

Pois, para que ocorra o pagamento do seguro agrícola, é necessária a determinação da produtividade da área em questão. Desta forma, alguns métodos de determinação da produtividade em lavouras de milho são empregados, dentre eles podemos destacar o método manual e os mecanizados.

Com as informações originadas da perícia é que a seguradora realiza o cálculo de indenização dos seguros, que é baseado na produtividade média de toda a área segurada. No entanto, em outros casos o cálculo da produtividade é realizado por propriedade ou talhão. Assim, o critério de determinação da produtividade deve estar definido de maneira clara na apólice do seguro (BRASIL, 2020).

Dentro desse contexto, o objetivo deste trabalho foi comparar metodologias empregadas na determinação de produtividade da cultura da soja e também com a produtividade real da área para fins de seguro agrícola.

5.2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em dez propriedades agrícolas do município de Formosa do Oeste – PR, as quais possuem como classe de solo predominante o LATOSSOLO VERMELHO Eutroférico (LVef) de textura argilosa (SANTOS et al., 2013). O clima, classificado segundo Köppen, é do tipo Cfa, subtropical com inverno seco e verões quentes, com temperatura média anual de 20,5 °C e precipitação total média anual de 1584 mm (CAVIGLIONE *et al.*, 2000). As avaliações foram realizadas no ano agrícola 2017 e 2018, na cultura da soja, conforme descrição das áreas na Tabela 1. As áreas estão localizadas entre as coordenadas 24°14' de latitude Sul e 53°17' de longitude Oeste e altitude próxima de 380 m.

A semeadura da cultura da soja foi realizada em área posterior à cultura do milho segunda safra, sendo a soja semeada no dia 12 de Outubro de 2017 e 10 de Outubro de 2018, em ambos os anos foi utilizada a cultivar M6410 IPRO, no sistema plantio direto, com 250 kg ha⁻¹ do formulado 4-24-18 como adubação de base. O espaçamento entre linhas empregado para o cultivo foi de 0,45 m, havendo 17 plantas por metro linear, originando a população de 280.000 plantas por hectare. Os tratos culturais foram realizados quando necessário, em acordo com o desenvolvimento da cultura.

Tabela 1. Área de cultivo, declividade, latitude, longitude e altitude das dez áreas implantadas com Soja, safra 2017/2018 e 2018/2019, no município de Formosa do Oeste – PR

Talhão	Área (ha)	Declividade	Latitude	Longitude	Altitude (m)
1	10,7	3,29	24°16'12.25"S	53°21'29.97"O	396
2	9,3	8,10	24°16'31.47"S	53°21'41.47"O	377
3	18,7	1,87	24°16'43.76"S	53°21'58.59"O	322
4	17,0	8,18	24°16'57.84"S	53°22'20.18"O	298
5	8,7	6,63	24°16'18.31"S	53°21'46.96"O	374
6	11,8	9,31	24°16'18.98"S	53°21'38.75"O	382
7	13,9	7,39	24°15'58.07"S	53°21'40.99"O	358
8	17,3	4,14	24°16'14.80"S	53°21'53.54"O	364

9	16,5	5,90	24°16'13.51"S	53°22'2.76"O	351
10	18,3	8,80	24°16'5.49"S	53°22'23.18"O	328

Fonte: A autora (2020)

A característica de produtividade foi quantificada nas dez áreas, sendo que as plantas foram submetidas a condições semelhantes de solo, relevo, regime hídrico e manejo. A determinação da produtividade foi realizada por seis métodos distintos, sendo eles: MA (Manual), CA (Caçambagem), LT (Litragem), BP (Pesagem com Balança Portátil), PC (Pesagem e Classificação) e a determinação real da produtividade.

No método manual de avaliação, a área foi dividida em glebas homogêneas, o número de amostras realizado proporcionalmente ao tamanho da gleba (Tabela 2), em formato de "X". Cada amostra foi composta de duas linhas paralelas com cinco metros lineares e as plantas coletadas nas duas fileiras, posteriormente foi realizado o cálculo do tamanho da amostra (m²). Ao finalizar a coleta foi realizada a debulha, o material colhido foi peneirado retirando as impurezas existentes, foi determinado o teor de umidade e com balança de precisão de 0,01 kg, foi realizada a pesagem dos grãos. A produtividade foi calculada a partir do peso total da amostra pela área amostrada e o resultado transformado para kg ha⁻¹.

No método mecanizado, a avaliação foi realizada de quatro maneiras: caçambagem, pesagem por litro, pesagem com balança portátil e pesagem. Em todas elas, o primeiro passo foi a estratificação da área para obtenção de glebas homogêneas. Com uma colheitadeira New Holland TC 5090 com plataforma de 25 pés (7,62 metros), com auxílio do equipamento GPS Garminetrex10 e com auxílio do operador da colheitadeira, realizou-se a colheita e determinou-se o percurso colhido (metros lineares). As áreas foram percorridas em zig zag, desprezando as bordaduras e locais não representativos, proporcionalmente ao tamanho de cada gleba (Tabela 2), até a capacidade máxima do tanque graneleiro.

Na técnica por caçambagem, foi realizada amostragem até que o tanque graneleiro estivesse cheio, a partir da largura da plataforma pela distância percorrida foi obtida a área amostrada. Com o volume de material colhido (um tanque graneleiro da colhedora empregada) e a densidade do mesmo, calculou-se a produtividade em kg ha⁻¹.

Na análise pela metodologia pesagem por litro, foi coletada uma amostra dos grãos colhidos em um galão de 20 litros, o qual foi pesado, e o peso total da amostra calculado por regra de três.

Para a determinação da produtividade na avaliação com balança portátil empregou-se uma balança móvel com precisão de 5 kg, disposta sob o eixo do caminhão. Para tanto foi

pesado o caminhão sem carga (tara) e, posteriormente, pesado com a carga de grãos colhidos na área pré-estabelecida de acordo com Caixeta Filho *et al.* (2014).

Nos métodos de caçambagem, pesagem por litro e pesagem com balança portátil, do peso total amostrado foi realizado desconto da impureza através da metodologia do MAPA, e o teor de umidade de grãos mensurado com equipamento específico de medir de umidade de grãos, portátil AL-102 Eco.

Na avaliação por pesagem e classificação, a produtividade obtida foi descarregada no caminhão e levada para a Cooperativa Agrícola do entreposto de recebimento de grãos do município, onde foi realizada a pesagem e classificação (impureza e umidade), de acordo com a metodologia estabelecida pela empresa, então foi calculada a produtividade partindo do peso líquido dividido pela área amostrada, os resultados também foram extrapolados para kg ha⁻¹.

A produtividade real de cada área foi obtida pela razão da quantidade colhida e entregue na cooperativa e a área total colhida de acordo com o tamanho de cada área avaliada, conforme apresentado na Tabela 2.

Tabela 2. Tamanho das amostras coletadas nas áreas da cultura da Soja (*Glycine max*), safra 2017/18, no município de Formosa do Oeste – PR.

2018										
Talhão	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Área	10,7	9,3	18,7	17,0	8,7	11,8	13,9	17,3	16,5	18,3
Dados das Amostras Manuais										
N° da Amostra	4	4	5	5	4	5	5	5	5	5
Tam. Amostra (m ²)	18,0	18,0	22,5	22,5	18,0	18,0	22,5	22,5	22,5	22,5
Dados das Amostras Mecanizadas										
Larg. Plataforma	7,62	7,62	7,62	7,62	7,62	7,62	7,62	7,62	7,62	7,62
Área Percorrida (ml)	1.840	1.840	2.250	2.200	1.820	1.860	1.980	2.100	2.000	2.180
Tam. Amostra (ha)	1,41	1,40	1,71	1,68	1,39	1,42	1,51	1,60	1,52	1,66
2019										
Talhão	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Área	10,7	9,3	18,7	17,0	8,7	11,8	13,9	17,3	16,5	18,3
Dados das Amostras Manuais										
N° da Amostra	4	4	5	5	4	5	5	5	5	5
Tam. Amostra (m ²)	18,0	18,0	22,5	22,5	18,0	18,0	22,5	22,5	22,5	22,5
Dados das Amostras Mecanizadas										
Larg. Plataforma	7,62	7,62	7,62	7,62	7,62	7,62	7,62	7,62	7,62	7,62
Área Percorrida (ml)	2.100	2.050	2.450	2.420	1.980	2.020	2.240	2.360	2.330	2.410
Tam. Amostra (ha)	1,60	1,56	1,87	1,84	1,51	1,54	1,71	1,80	1,78	1,84

Fonte: A autora (2020).

Os resultados foram tabulados e submetidos à análise de normalidade e homogeneidade de variância, para verificação das pressuposições necessárias para rodar a análise de variância. Posteriormente, os dados foram submetidos à análise conjunta de variância sendo a mesma caracterizada como fatorial 2x6 (2 anos de avaliação x 6 métodos de

determinação da produtividade), sendo cada talhão (área) considerado como um bloco (repetição), totalizando 10 blocos.

Quando da significância da ANOVA, os tratamentos foram comparados com o auxílio do teste Tukey e, para comparar cada método de avaliação com a produtividade real foi realizado o teste Dunnett.

Para obtenção dos componentes de variância genética, residual e total de cada método de análise, realizou-se primeiro a análise de variância dos dados obtidos em cada método separadamente. Ou seja, considerando que o método fosse a variável a ser avaliada, sendo considerado como tratamentos os anos agrícolas e como repetições os talhões. Com os resultados dessa análise de variância pode-se calcular os valores dos coeficientes de variância genético, residual e total de cada método, seguindo o estabelecido por Cruz *et al* (2012).

Após realizada a separação dos arquivos de cada método de amostragem procedeu-se a análise de repetibilidade dos dados seguindo o modelo de repetibilidade da equação:

$$Y_{ij} = \mu + G_i + A_j + GA_{ij} + E_{ij} / Y_{ij} = \mu + G_i + E_{ij}$$

Em que:

Y_{ij} = informação do tratamento referente ao i -ésimo ano de cultivo no j -ésimo talhão de avaliação;

μ = média geral;

G_i = efeito do i -ésimo ano de cultivo sob influência do efeito permanente dos talhões ($i = 1, 2...p$);

A_j = efeito do j -ésimo talhão ($j = 1, 2...n$);

GA_{ij} = efeito da interação do i -ésimo ano de cultivo com o j -ésimo talhão de avaliação;

E_{ij} = erro experimental atribuído aos efeitos temporários do i -ésimo ano de cultivo no j -ésimo talhão;

O número mínimo de medições necessárias para predizer a produtividade real (η), com base em coeficientes de determinação (R^2) pré-estabelecidos (0,80, 0,85, 0,90 e 0,95), foi calculado pela expressão: $\eta = R^2(1 - r)/(1 - R^2)r$, em que r corresponde ao coeficiente de repetibilidade de cada método de amostragem. Em seguida, realizou-se a confecção da figura que relaciona os valores de R^2 e o número mínimo de medições necessárias.

As análises estatísticas foram realizadas com o auxílio do aplicativo computacional Genes (CRUZ, 2013).

5.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na aplicação do teste de normalidade de Lilliefors evidenciou-se que os erros dos dados de produtividade gerados pelos métodos de amostragem em soja possuem distribuição normal. Como o valor de p foi inferior a 0,01 pelo teste de Lilliefors, então existe aceitação da hipótese de normalidade dos erros (MIOT, 2017). Segundo observa Mendes e Pala (2003), a aplicação do teste de normalidade de Lilliefors é uma boa opção quando se busca realizar uma análise de normalidade em que a distribuição contém muitos dados extremos bem como se a amostra for maior que 30 unidades.

Segundo ressalta Miot (2017), há diversos testes estatísticos que permitem realizar uma análise e o ajuste dos dados à distribuição normal a partir de diferentes pressupostos e algoritmos. Assim, os autores ressaltam que todos os testes representam a hipótese de normalidade dos dados (H_0) de um estudo, e em consequência revertem em um p -valor $> 0,05$ quando existe uma aderência aos parâmetros de normalidade. Desta forma, observa-se que neste trabalho o p -valor foi menor que 0,01, evidenciando elevada normalidade dos erros.

Por outro lado, a aplicação do teste de homogeneidade de variâncias de Bartlett possibilitou observar a homogeneidade dos erros entre os métodos de determinação da produtividade empregados, sem necessidade de transformação de valores conforme Steel *et al.* (1997). Diante disso, pode-se fazer uso da análise de variância dos dados obtidos, cujo resultado pode ser visualizado na Tabela 3.

Pela análise de variância dos dados de produtividade obtidos com as diferentes estratégias de amostragens (Tabela 3), evidenciamos que existe significância da interação entre os efeitos de anos e estratégias de amostragens. Isso significa que as técnicas de amostragens podem ter resultados diferentes de um ano de cultivo para outro, ou ainda, que o cultivo pode alterar o resultado de um método de determinação da produtividade de soja.

O valor de quadrado médio de talhões dentro de ano (Talhões/Ano) foi significativo, indicando que o sistema de blocagem empregado neste trabalho foi eficiente em remover do resíduo os efeitos de bloco, garantindo, assim, melhor qualidade à análise, segundo evidencia Cardoso (2008).

Tabela 3. Quadro de análise de variância dos dados de produtividade (kg ha^{-1}) originados pelos métodos de obtenção para a cultura do Milho, safras 2017/2018 e 2018/2019, no município de Formosa do Oeste – PR.

Fator de Variação	GL	SQ	QM	
Talhões/Ano	18	375.04	20.83	
Amostragens (Am)	5	1396.61	273.93	**
Anos (A)	1	2247.18	2247.18	**
Interação AmxA	5	1005.83	201.16	**
Resíduo	90	262.88	2,92	
Média Geral (kg ha^{-1})		3.046,80		
CV (%)		3,36		

ns: não significativo; *: significativo a 5% de probabilidade, e **: significativo a 1% de probabilidade respectivamente, pelo teste F.

Fonte: A autora (2020)

A média de produtividade obtida para as safras 2017/2018 e 2018/2019 foi de $3.046,80 \text{ kg ha}^{-1}$ devido em parte pela estiagem ocorrida no Estado do Paraná, uma vez que essa média ficou abaixo da média de produção nacional da soja, que foi de 3.206 kg ha^{-1} (CONAB, 2019).

O coeficiente de variação apresentado na Tabela 3 com valor obtido de 3,36% é considerado por Pimentel Gomes (2009), como de alta precisão, pois valores de 0 a 10% são considerados valores baixos e que apresentam alta precisão nos resultados. Sobre o Coeficiente de Variação, Freddi *et al.* (2006) ressaltam que a variabilidade de um parâmetro pode ser classificada de acordo com a magnitude do seu coeficiente de variação.

A classificação do CV em um programa de melhoramento genético da cultura da soja pode ser útil, pois permite que se informe sobre a qualidade do experimento e de ensaios intermediários e finais realizados na cultura, permitindo que o melhorista tenha descrição e indicação mais detalhada das cultivares (CARVALHO *et al.*, 2003).

A Tabela 4 contém os resultados médios de produtividade obtidos pelos diferentes métodos de amostragem empregados nos cultivos de soja dos anos agrícolas de 2017/2018 e 2018/2019. Em 2017/2018 a estimativa de produtividade obtida pelo método manual foi menor que a obtida em 2018/2019, tendo comportamento distinto do verificado nos outros métodos de amostragem, em que a estimativa em 2018/2019 foi superior à estimativa em 2017/2018.

Na safra 2017/2018 a determinação de produtividade utilizando os métodos de determinação por caçambagem e litragem deu origem às médias de estimativas de produtividade superiores aos demais métodos usados nesta pesquisa. Na estimativa da produtividade da safra 2018/2019, os métodos manual e caçambagem tiveram as maiores estimativas de produtividade dentre os métodos. Dessa maneira podemos apontar que na

cultura da soja, a utilização do método da caçambagem pode gerar estimativas superestimadas da produtividade, comprovando esse resultado ao comparar suas estimativas com o valor real obtido (Tabela 4).

A determinação da produtividade pelo método de pesagem e classificação (PC) em 2017/2018 e pelos métodos de pesagem e classificação e pesagem com balança portátil (BP) em 2018/2019 geraram estimativas de produtividade iguais à determinação real. Esses resultados podem ser justificados pela metodologia de realização dessas determinações, em que se pesa toda amostra coletada, assim os resultados se aproximam da realidade do produtor no dia a dia de colheita efetiva. Aqui corroboramos o que foi evidenciado por Rodrigues (2004), em que as metodologias de pesagem podem ser utilizadas de maneira geral, não se restringindo à propriedade agrícola, gerando valores estatísticos com maior precisão no que se refere à determinação do desempenho da cultura.

As metodologias de litragem, caçambagem e manual não apresentaram estimativas iguais ao valor real de produtividade da soja (Tabela 4). Os resultados obtidos para estas metodologias podem ser explicados pela variabilidade de amostragem obtidas a campo, o que pode influenciar a significância estatística dos resultados.

Tabela 4. Resultado do teste de comparação (Tukey e Dunnett) das médias de produtividade (sacas de 60 kg ha⁻¹) originadas pelos métodos de amostragens para a cultura da soja, safras 2017/2018 e 2018/2019, no município de Formosa do Oeste – PR

Tratamentos (T)	Ano			
	2017/2018		2018/2019	
PC – Pesagem e Classificação	53.21	Aba	42.47	Bca
MA - Manual	47.93	Bc	52.16	Aa
CA - Caçambagem	61.33	Aa	50.93	Ba
LT - Litragem	60.57	Aa	48.53	Bb
BP – Balança Portátil	52.83	Ab	41.44	Bca
Real	54.80	a	43.21	a

Médias seguidas pelas mesmas letras maiúsculas na HORIZONTAL e letras minúsculas na VERTICAL não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$). Médias seguidas de mesma letra grega não diferem entre si pelo teste de Dunnett ($p < 0,05$).

Fonte: A autora (2020)

Com base nas médias de produtividades obtidas em cada metodologia, realizou-se, com o auxílio da análise de variância, a obtenção dos estimadores dos componentes de variância de análises individuais (BARBIN, 1993). Na Tabela 5, observam-se as estimativas dos componentes de variância genético, residual e total, obtidas da análise dos dados de produtividade gerados por cada metodologia de determinação da produtividade de soja.

Os resultados das estimativas dos componentes de variância genético foram em sua maioria 85% maiores que as estimativas do componente de variância residual. Isso indica que para os métodos em que isso acontece (PC, CA, LT e BP) existe grande precisão em suas estimativas. Apenas para o método manual a relação entre os componentes de variância residual e o genético foi inferior a 85%, evidenciando que esse método apresenta menor precisão que os demais (Tabela 5).

Moretto *et al.* (2007) observaram na cultura do feijão estimativas dos parâmetros genéticos que garantem a existência de variação entre as progênies. Os autores observaram que em ambos os anos agrícolas a estimativa foi diferente de zero, o que demonstra que a herdabilidade da produtividade de grãos sofre influência genética na possibilidade de sucesso na seleção para produtividade.

Nos métodos em que o valor do componente genético teve magnitude superior ao do componente residual, temos a garantia de eficiência do referido método de amostragem. Logo, podemos inferir a existência de precisão dos métodos pesagem e classificação, caçambagem, litragem e pesagem com balança portátil.

O método manual foi o que apresentou valor de variância total 5 vezes menor que os demais, neste sentido Sokal e Rohlf (1995) enfatizam que a ausência de homogeneidade de variâncias pode surgir em algumas populações demonstrando maior variação do que outras quando comparadas. Isso ocorre principalmente em experimentos a campo, em que uma amostragem pode ter sido obtida em condições menos padronizadas que outra, o que pode revelar uma maior variância total.

Tabela 5. Componentes de Variância avaliando os diferentes métodos: MA (Manual); CA (Caçambagem); LT (Litragem), BP (Pesagem com Balança Portátil), PC (Pesagem e Classificação) e Real.

Métodos	Componentes de Variância		
	Genético	Resíduo	Total
PC – Pesagem e Classificação	57.40	0	60.85
MA - Manual	8.80	1.67	10.48
CA - Caçambagem	53.83	2.71	56.55
LT - Litragem	72.25	2.51	74.76
BP – Balança Portátil	63.89	9.32	73.22
Real	66.54	5.84	72.39

Fonte: A autora (2020)

Melo (2018) observa que muitas vezes, em experimentos a campo, o pesquisador de maneira simples e equivocada opta por multiplicar o número de locais e anos agrícolas no seu modelo matemático, utilizando de apenas uma fonte de variação denominado de ambiente, e

por consequência haverá perdas de informações, o que impedirá o mesmo de analisar experimentos de acordo com o que previamente foi planejado. No entanto, a decomposição dos quadrados médios permite ao pesquisador obter informações com melhor qualidade a fim de se tornar uma alternativa na análise da complexidade de dados desuniformes, otimizando-se assim todas as possíveis inferências de interesse na pesquisa.

Os tratamentos realizados neste experimento foram os anos agrícolas em que se testaram os parâmetros, pois cada parâmetro foi considerado um método, ou seja, analisou-se cada um deles. Desta maneira é importante decidir quais os números de repetibilidade do método para se obter a precisão do experimento. Pois a repetibilidade possibilita ao pesquisador definir quais são os critérios de descarte de um experimento de avaliação e recomendação de cultivares, ou nesse caso do método.

Os resultados apresentados na Figura 1 correspondem à análise da relação entre o número de repetições e o coeficiente de determinação de cada método de amostragem da produtividade da soja. De maneira que, para os métodos pesagem e classificação (Figura 1A), Caçambagem (Figura 1C), litragem (Figura 1D) e pesagem com balança portátil (Figura 1E) temos resultados próximos ao determinado como produtividade Real. Ou ainda, apenas uma repetição da metodologia já atingiu valores do coeficiente de determinação na região estável da curva (valor do coeficiente de determinação superior a 85%).

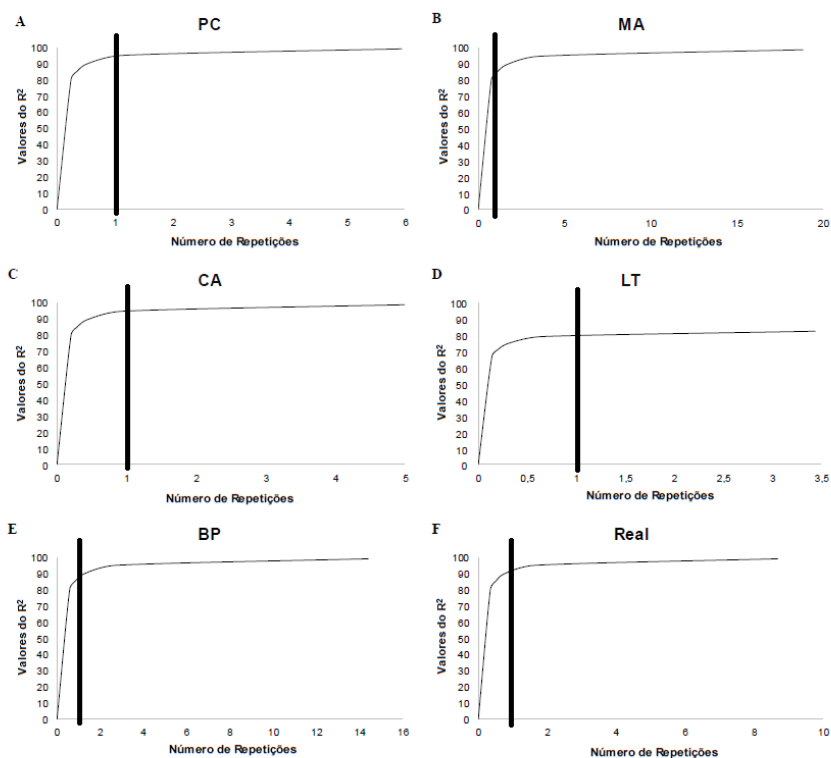
Nó método manual (Figura 1 B) verificamos que para atingir 90% do coeficiente de determinação precisaríamos de 2 repetições, comprovando com isso que esse método possui menor precisão em seu processo de determinação da produtividade de soja.

Nesse contexto, Caraguel *et al.* (2009) ressaltam que a estimativa de precisão de um experimento por meio da repetitividade e reprodutibilidade por meio do teste é um importante passo do processo de validação de resultados, entretanto, muitas vezes é negligenciado, ou é realizado com baixo número de repetições impossibilitando a precisão nos resultados.

Cargnelutti Filho e Gonçalves (2011), em trabalho com o objetivo de determinar o número de repetições necessárias na avaliação de caracteres de produtividade e de morfologia em genótipos de soja, observaram que três repetições possibilitariam detectar diferenças genotípicas com oscilação entre 17,52% e 61,07% de certeza na predição do valor real do genótipo. Neste trabalho vemos que repetir a metodologia de amostragem manual duas vezes ou as demais (PC, CA, LT e BP) apenas uma vez já atinge nível de determinação superior a 85%.

O número de repetitividade deve ser adequado para fornecer ao pesquisador parâmetros adequados para a obtenção de dados com alta confiabilidade, permitindo fazer as adequações necessárias em experimentos a campo caso haja necessidade.

Figura 1. Relação entre o número de repetições e o coeficiente de determinação obtidos para cada método de determinação da produtividade (PC-Pesagem e Classificação, MA-Manual, CA-Caçambagem, LT-Litragem, BP-Pesagem com Balança Portátil, e Real), de soja, ano agrícola 2017/2018 e 2018/2019, Formosa do Oeste – PR.



Fonte: A autora (2020)

De acordo com Cargnelutti Filho *et al* (2009), em um experimento a estimativa do tamanho de uma amostra pode inferir na precisão da avaliação de caracteres em plantas de soja, o que agiria diretamente nos dados obtidos. Desta maneira, os autores salientam a necessidade de ocorrer um planejamento adequado antes da implantação do experimento.

1.1 CONCLUSÃO

1. Verificou-se existência de comportamento diferenciado de ano para ano dentre os métodos de determinação da produtividade em soja, podendo haver variação nas estimativas geradas pelos mesmos.

2. O método de determinação da produtividade de soja por pesagem e classificação no ano de 2017/2018, por pesagem e classificação e por pesagem com balança portátil no ano de 2018/2019, geraram estimativas de produtividade iguais à produtividade real da área.
3. Os métodos de pesagem e classificação, litragem, pesagem com auxílio de balança portátil e caçambagem apresentaram precisão semelhante ao obtido na determinação real de produtividade, exigindo apenas uma repetição do processo por talhão avaliado.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGROSTAT - MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. **Agrostat**. Brasília: MAPA, 2019. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/portal/page/portal/Internet-MAPA/pagina-inicial/servicos-e-sistemas/sistemas/agrostat>. Acesso em: dez. 2019.

BARBIN, D. **Componentes de variância**: teoria e aplicações. 2 ed. rev. e amp. Piracicaba: FEALQ, 1993. 108p.

BORÉM, A.; MIRANDA, G. V.; FRITSCHÉ-NETO, R. **Melhoramento de plantas**. 7. ed. rev. e ampl. Viçosa, MG: Ed. UFV, 2017. 523 p

BRASIL – Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Guia de Seguros Rurais**. 2020. 44f. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/assuntos/riscos-seguro/seguro-rural/publicacoes-seguro-rural/guia-dos-seguros-rurais>> Acesso em: 15 marc. 2020.

CAIXETA-FILHO, J. V; NUNES, P. B; IZUMI, A. S; TRALDI, M; ARTHUSO, J. E; GONÇALVES, N; BENINI, R. C; PONTUSCHKA, R; PÉRA, T. G. **Mensuração das ineficiências logísticas no agronegócio paranaense**: Projeto Benin. FEALQ – ESALQ. 2014. 72F. Disponível em: <<https://sistemafaep.org.br/wp-content/uploads/2014/06/Projeto-Benin-Produto-1-armazenagem.pdf>> Acesso em: 02 dez. 2019.

CARAGUEL, C.; STRYHN, H.; GAGNÉ, N.; DOHOO, I.; HAMMELL, L. Traditional descriptive analysis and novel visual representation of diagnostic repeatability and reproducibility: Application to an infectious salmon anaemia virus RT-PCR assay. **Preventive Veterinary Medicine**, Amsterdam, v.92, n.2, p.9-19, 2009.

CARDOSO, N. A. **Métodos estatísticos para análise de dados de contagem de ácaros rajados e tores foliares de nutrientes em pomares de pessegueiro**. Tese de Mestrado. UFPR. Curitiba. 2008. Disponível em: <<https://acervodigital.ufpr.br/bitstream/handle/1884/14543/Microsoft:jsessionId=1ABF02433A0D56DC32695CB4218AB4FE?sequence=1>> Acesso em: 11 dez. 2019. 146f.

CARGNELUTTI FILHO, A; GONÇALVES, E. C. P; Estimativa do número de repetições para a avaliação de caracteres de produtividade e de morfologia em genótipos de soja. **Comunicata Scientiae** 2011. 2(1): 25-33p.

CARGNELUTTI FILHO, A., EVANGELISTA, D.H.R., GONÇALVES, E.C.P., STORCK, L. Tamanho de amostra de caracteres de genótipos de soja. **Ciência Rural** 2009. 39: 983-991.

CARVALHO, C. G. P; ARIAS, C. A.A; TOLEDO, J. F. F. T; ALMEIDA, L. A; KIIHL, R. A. S; OLIVEIRA, M. F; HIROMOTO, D. M; TAKEDA, C. Proposta de classificação dos coeficientes de variação em relação à produtividade e altura da planta de soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 38, n. 2, p. 187-193, fev. 2003

CAVIGLIONE, J.H.; KIIHL, L.R.B.; CARAMORI, P.H.; OLIVEIRA, D. **Cartas climáticas do Paraná**. Londrina, Iapar, 2000. CD ROM.

CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento. **Observatório Agrícola Acompanhamento da Safra Brasileira de grãos**. V. 6 - SAFRA 2018/19 - N. 9 - Nono levantamento. **JUNHO 2019**.

CRUZ, C. D. GENES: a software package for analysis in experimental statistics and quantitative genetics. **Acta Scientia Agronomica**, Maringá ,2013. v. 35, n. 3, p. 271-276.

CRUZ, C.D.; REGAZZI, A.J.; CARNEIRO, P.C.S. **Modelos Biométricos Aplicados ao Melhoramento Genético** - V. 1, 4 edição, 2012, 514p.

FREDDI, O.S.; CARVALHO, M.P.; VERONESI JÚNIOR, V. & CARVALHO, G.J. Produtividade do milho relacionada com a resistência mecânica à penetração do solo sob preparo convencional. **Engenharia Agrícola**, 26:113-121, 2006.

LAZZAROTTO, J. J.; HIRAKURI, M. H. **Evolução e perspectivas de desempenho econômico associadas com a produção de soja nos contextos mundial brasileiro**. Londrina: Embrapa Soja, p. 46, 2010. (Embrapa Soja. Documentos, 319)

MENDES M, PALA A. Type I error rate and power of three normality tests. **Pak J Info Tech**. 2003; v. 2 n. 2: 135-9p.

Formatado: Português (Brasil)

MELO, R. C; **Análise de variância no melhoramento genético de feijão: pressuposições do modelo estatístico e consideração das fontes de variação apropriadas**. Dissertação de Mestrado. UESC – Universidade do Estado de Santa Catarina. Lages. 2018. 77f.

MIOT, H. A. Avaliação da normalidade dos dados em estudos clínicos e experimentais. **Journal Vasc Bras**. 2017 Apr.-Jun.; 16(2):88-91. Disponível em: < <http://www.scielo.br/pdf/jvb/v16n2/1677-5449-jvb-16-2-88.pdf>> Acesso em: 10 jan. 2020.

MORETO, A. L; RAMALHO, M. A. P; NUNES, J. A. R; ABREU, A. F. B; Estimção dos componentes da variância fenotípica em feijoeiro utilizando o método genealógico. **Ciências Agrotécnicas**, Lavras, v. 31, n. 4, p. 1035-1042, jul./ago., 2007.

OLIVEIRA, A. F. G. Testes estatísticos para comparação de médias. **Revista Eletrônica Nutritime**, v.5, n 6, p.777-788 Novembro/Dezembro 2008.

PIMENTEL GOMES, F. **Curso de estatística experimental**. 15 ed. Piracicaba: Degaspari, 2009. 451p.

RODRIGUES, V. N. **Comparação entre métodos para estimar a produtividade de grãos de milho**. Dissertação de Mestrado. UFLA. Lavras, 2004. 59f. Disponível em: <http://repositorio.ufla.br/bitstream/1/3544/1/DISSERTA%C3%87%C3%83O_Compara%C3%A7%C3%A3o%20entre%20m%C3%A9todos%20para%20estimar%20a%20produtividade%20de%20gr%C3%A3os%20de%20milho.pdf> Acesso em 02 jan. 2020.

SEDIYAMA, T. (Ed.). **Tecnologias de produção e usos da soja**. Londrina: Ed. Mecenas, 2009. 314p.

SILVEIRA, Amélia et al. **Roteiro básico para apresentação de teses, dissertações e monografias**. 3. ed. rev. e ampl. Blumenau: Edifurb, 2009.

SOKAL, R. R.; ROHLF, F. J. **Biometry**: The principles and practice of statistics in biological research. 3. ed. New York: W. H. Freeman, 1995. 887p.

SOUSA, C. A.; LIRA-JR, M.A.; FERREIRA, L. R. C. Avaliação de testes estatísticos de comparações múltiplas de médias. **Revista Ceres**, vol. 59, núm. 3, mayo-junio, 2012, pp. 350-354.

Formatado: Inglês (Estados Unidos)

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados obtidos no presente trabalho permitem apontar as seguintes conclusões:

O tamanho adequado de parcela para avaliação do estande da soja deve totalizar 14,3 metros lineares, sendo distribuído uniformemente entre as linhas das unidades experimentais.

A estimativa da altura da planta de soja na maturação deve ser realizada em 26 plantas dentro da unidade experimental.

O tamanho de parcela ideal para avaliar a produtividade da soja deve ser de 22 m², para que o pesquisador tenha precisão e exatidão na estimativa obtida com a colheita mecânica.

Verificou-se existência de comportamento diferenciado de ano para ano dentre os métodos de determinação da produtividade em milho e em soja, podendo haver variação nas estimativas geradas pelos mesmos.

Os métodos de determinação da produtividade de milho por pesagem e classificação e por pesagem com balança portátil geraram estimativas de produtividade iguais à produtividade real da área.

Os métodos de pesagem e classificação, pesagem com auxílio de balança portátil e caçambagem apresentaram precisão semelhante ao obtido na determinação real de produtividade de milho, exigindo apenas uma repetição do processo por talhão avaliado.

Os métodos de determinação da produtividade de soja por pesagem e classificação no ano de 2017/2018, por pesagem e classificação e por pesagem com balança portátil no ano de 2018/2019, geraram estimativas de produtividade iguais à produtividade real da área.

Os métodos de pesagem e classificação, litragem, pesagem com auxílio de balança portátil e caçambagem apresentaram precisão semelhante ao obtido na determinação real de produtividade da soja, exigindo apenas uma repetição do processo por talhão avaliado.