

Variabilidade de dados de produtividade de grãos e de palhada em sistemas intensificados de produção¹

José Paulo Costa Ferreira²; Álvaro Vilela de Resende³; Gabriela Oliveira Almeida⁴; Emerson Borghi³; Antônio Carlos de Oliveira³

¹ Trabalho financiado pela Fundação Agrisus/CNPq; ² Estudante de Engenharia Agrônoma, Universidade Federal de São João Del Rei, Campus Sete Lagoas – MG. Bolsista de Iniciação Científica CNPq-PIBIC; ³ Pesquisador da Embrapa Milho e Sorgo. E-mail: alvaro.resende@embrapa.br; ⁴ Mestranda em Ciências Agrárias, Universidade Federal de São João Del Rei.

Introdução

Sistemas de produção intensificados, como o plantio direto com cultivos em consórcio e rotação de culturas, têm por objetivo o melhor aproveitamento do solo e outros recursos disponíveis nos agrossistemas. A utilização desses sistemas contabiliza diversos benefícios para a sustentabilidade da produção, principalmente em relação à imprevisibilidade climática, típica da atividade agrícola (CECCON et al., 2013).

Na difusão das tecnologias mais apropriadas para intensificação de sistemas, a manutenção de unidades de referência tecnológica (URTs) é um dos expedientes mais efetivos. Para tanto, são estabelecidos campos demonstrativos com sistemas contrastantes, de dimensões que normalmente extrapolam o tamanho de parcelas experimentais convencionais. Essas áreas são manejadas em larga escala por meio de operações mecanizadas e não se utilizam repetições. Dessa forma, tem-se uma sequência de minitalhões que permitem visualizar, lado a lado, o desempenho de diferentes modalidades de intensificação de culturas. Esse desenho se aproxima mais da realidade de fatores condicionantes e interações encontrados nas explorações comerciais, constituindo um aspecto valorizado por técnicos e produtores durante eventos de transferência de tecnologia.

O monitoramento de variáveis de interesse em cada sistema pode ser feito em pontos pré-definidos, de modo a se obter repetições das medidas em cada tratamento. Espera-se que os cuidados e a forma de condução das URTs favoreçam a redução da variabilidade dentro dos minitalhões, fazendo com que as estimativas de produtividade e de outras variáveis tenham confiabilidade. Contudo, mesmo em áreas aparentemente bem conduzidas e homogêneas pode existir variabilidade em razão de fatores não controlados.

O coeficiente de variação (CV) é definido como a estimativa do erro experimental em porcentagem da estimativa da média, sendo uma das medidas estatísticas mais utilizadas na avaliação da precisão dos experimentos (STEEL; TORRIE, 1980). De acordo Pimentel-Gomes (2000), em experimentos de campo, CVs inferiores a 10% são considerados baixos, ou seja, o experimento tem alta precisão e confiabilidade. Entre 10% a 20% o CV é médio e de 20% a 30% é alto, indicando média e baixa precisão. Acima de 30%, o CV passa a ser muito alto, indicando baixíssima precisão.

O objetivo do presente trabalho foi avaliar a variabilidade nas medidas de produtividade de grãos e de produção de palhada, no monitoramento de um campo demonstrativo de sistemas de intensificação ecológica envolvendo milho, soja e braquiária em plantio direto.

Material e Métodos

Uma URT (campo de demonstração) sobre sistemas intensificados de produção de grãos em sequeiro foi estabelecida na Embrapa Milho e Sorgo, em Sete Lagoas – MG. O solo da área é um Latossolo Vermelho distroférico argiloso. O clima, segundo a classificação de Köppen (1948), é do tipo Cwa (com inverno seco e verão quente).

A área total possui aproximadamente 4 hectares, e foi dividida em seis minitalhões, constituindo diferentes tratamentos, sem repetição. Nesses, vêm sendo conduzidas modalidades de cultivo em rotação compatíveis com as condições edafoclimáticas da região, envolvendo milho, soja e/ou braquiária, combinados com níveis de investimento tecnológico em adubação e outros tratamentos culturais. Para fins comparativos, são conduzidos também tratamentos com milho e soja como monoculturas, conforme descrito na Tabela 1. A inclusão de braquiária *ruziensis* em consórcio com o milho foi feita junto ao adubo na semeadura e, com a soja, em sobresemeadura no início da fase de maturação dos grãos.

Tabela 1 – Descrição dos tratamentos com intensificação de sistemas de produção de grãos, estabelecidos na Embrapa Milho e Sorgo.

| Tratamento | Descrição |
|------------|--|
| 1 | Milho em monocultura e médio investimento tecnológico. |
| 2 | Soja em monocultura e médio investimento. |
| 3 | Milho e soja rotacionados em médio investimento tecnológico. |
| 4 | Milho e soja rotacionados em médio investimento, com inclusão de braquiária em consórcio. |
| 5 | Milho e soja rotacionados em alto investimento tecnológico, com inclusão de braquiária em consórcio. |
| 6 | Milho e soja rotacionados em alto investimento. |

Práticas de subsolagem, correção da acidez e construção da fertilidade no perfil do solo foram realizadas para o condicionamento de toda a extensão do campo de demonstração, para então se iniciar o manejo em plantio direto. Os principais procedimentos que caracterizaram os dois níveis de investimento tecnológico foram relacionados às adubações de manutenção e aos tratamentos fitossanitários nas três safras monitoradas e estão sumarizados na Tabela 2.

Foram realizadas avaliações de produtividade de grãos nas safras 2014/2015, 2015/2016 e 2016/2017, e de palhada entre as duas primeiras safras, em dez pontos georreferenciados na área de cada tratamento. A produtividade de grãos foi estimada amostrando-se três linhas de três metros de comprimento, em cada um dos pontos georreferenciados, com correção da umidade para 13%. A amostragem da palhada foi realizada antes da segunda safra, em novembro de 2015, coletando-se material nos mesmos pontos georreferenciados, com auxílio de um quadro de metal de 1 m². As amostras de palhada foram secas em estufa a 65 °C para quantificação da massa seca.

Para cada variável, foi determinado o coeficiente de variação (CV), por meio da razão entre o desvio padrão amostral e a média em cada tratamento. As faixas de classificação dos coeficientes de variação foram baseadas em Pimentel-Gomes (2000).

Tabela 2 – Culturas, adubações de manutenção e tratos fitossanitários relacionados aos níveis de médio ou alto investimento tecnológico, aplicados aos respectivos tratamentos, nas três safras consideradas.

| Trat. | Safr | | |
|-------|--|--|--|
| | 2014/2015 | 2015/2016 | 2016/2017 |
| 1 | Soja: 410 kg ha ⁻¹ NPK 02-20-20; Lannate; Ópera; Tracer. | Soja: 356 kg ha ⁻¹ NPK 02-20-20; Priori Xtra; Talisman. | Soja: 283 kg ha ⁻¹ NPK 08-28-16; 1x foliar com coquetel de nutrientes. 2x Priori Xtra; Engeo Pleno. |
| 2 | Milho: 415 kg ha ⁻¹ NPK 08-28-16; 155 kg ha ⁻¹ Ureia; Belt. | Milho: 300 kg ha ⁻¹ NPK 08-28-16; 210 kg ha ⁻¹ Ureia. | Milho: 296 kg ha ⁻¹ NPK 02-30-20; 280 kg ha ⁻¹ Ureia; Tracer. |
| 3 | Milho: 415 kg ha ⁻¹ NPK 08-28-16; 155 kg ha ⁻¹ Ureia; Belt. | Soja: 356 kg ha ⁻¹ NPK 02-20-20; Priori Xtra; Talisman. | Milho: 296 kg ha ⁻¹ NPK 02-30-20; 280 kg ha ⁻¹ Ureia; Tracer. |
| 4 | Milho: 415 kg ha ⁻¹ NPK 08-28-16; 155 kg ha ⁻¹ Ureia; Belt. | Soja: 356 kg ha ⁻¹ NPK 02-20-20; Priori Xtra; Talisman. | Milho: 296 kg ha ⁻¹ NPK 02-30-20; 280 kg ha ⁻¹ Ureia; Tracer. |
| 5 | Soja: 479 kg ha ⁻¹ NPK 02-20-20; Lannate; Ópera; foliar com MAP e Nitrato de Cálcio; Fox; Tracer; 2ª adubação foliar. | Milho: 467 kg ha ⁻¹ NPK 08-28-16 ; 310 kg ha ⁻¹ Ureia. | Soja: 390 kg ha ⁻¹ NPK 08-28-16; 3x foliar com coquetel de nutrientes; 2x Priori Xtra; Engeo Pleno. |
| 6 | Soja: 479 kg ha ⁻¹ NPK 02-20-20; Lannate; Ópera; foliar com MAP e Nitrato de Cálcio; Fox; Tracer; 2ª adubação foliar. | Milho: 467 kg ha ⁻¹ NPK 08-28-16; 310 kg ha ⁻¹ Ureia. | Soja: 390 kg ha ⁻¹ NPK 08-28-16; 3x foliar com coquetel de nutrientes; 2x Priori Xtra; Engeo Pleno. |

Resultados e Discussão

De acordo com a classificação do coeficiente de variação indicada por Pimentel-Gomes (2000), a variabilidade da produtividade de grãos nos sistemas de produção monitorados na primeira e segunda safras pode ser considerada baixa (CV < 10%) em 66,7 % dos casos e média (CV de 10 a 20%) em 33,3 % dos casos (Figura 1). Esse enquadramento do CV indica precisão experimental alta e média, respectivamente, o que atesta boa confiabilidade dos resultados obtidos a partir das amostragens dentro da área referente a cada tratamento. Contudo, na terceira safra, o CV foi muito alto para os tratamentos 1 e 4, envolvendo monocultura de soja e milho consorciado com braquiária em médio investimento tecnológico.

É normal, em um mesmo talhão, encontrar subáreas com diferentes níveis de qualidade e, portanto, com diferentes potenciais produtivos, mesmo que as práticas de manejo adotadas tenham sido aplicadas uniformemente (AMADO et al., 2005). Sistemas de intensificação ecológica são considerados uma das mais eficientes estratégias para melhoria da qualidade e do potencial produtivo do sistema agrícola. Porém, nem sempre estas melhorias se manifestam de forma homogênea em toda a área. À medida que se intensificam as combinações de culturas e práticas de manejo, o controle operacional torna-se mais complexo e sujeito a falhas, o que também pode ocasionar variabilidade. Os efeitos da baixa persistência de palhada no solo sob monocultivo de soja e a competição da braquiária com o milho, agravados pela ocorrência de veranico severo, podem ter contribuído para os maiores valores de CV constatados para a produtividade da safra 2016-2017 nos tratamentos 1 e 4, respectivamente.

É de se esperar que a avaliação de resultados cumulativos ao longo do tempo contribua para minimizar a variabilidade existente dentro da área de cada tratamento que compõe um campo de demonstração. A maior ou menor produtividade num ponto de amostragem, numa determinada safra, tende a ser compensada nas safras seguintes, ao haver equilíbrio de déficits ou créditos da oferta

ambiental nas culturas que se sucedem. No caso de áreas demonstrativas de sistemas intensificados, a expectativa é que com o tempo consolidem-se os efeitos diferenciais de cada combinação de manejo, acentuando o contraste de resultados dos tratamentos, porém, amenizando a variabilidade espacial dentro de cada um deles. Essa diminuição na variabilidade parece se confirmar nos menores CVs dos dados cumulativos de produtividade avaliados no presente trabalho (Figura 1), embora envolvam somente os três cultivos iniciais no campo de demonstração implantado a partir de 2014.

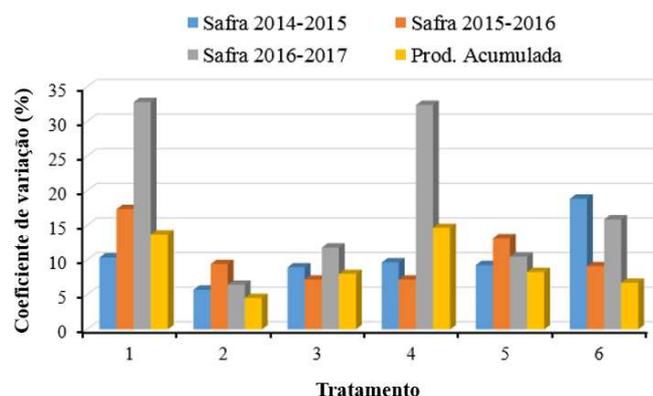


Figura 1 – Coeficientes de variação da produtividade de grãos nos tratamentos envolvendo intensificação de sistemas. Safras 2014/2015, 2015/2016, 2016/2017 e resultado cumulativo.

Para a produção de palhada medida nas áreas dos tratamentos antes da semeadura da safra 2015/2016, os coeficientes de variação foram mais elevados, situando-se entre 18,2 e 40,2 % (Figura 2). Para essa variável, a precisão experimental variou de boa até baixíssima, de acordo com a classificação proposta por Pimentel-Gomes (2000). A soja sob alto investimento tecnológico (tratamento 6 - safra 2014/2015) apresentou maior CV entre os pontos amostrais, com produção de palhada seguindo a mesma tendência de maior variabilidade observada para produtividade de grãos nesse tratamento, naquela safra (Figura 1).

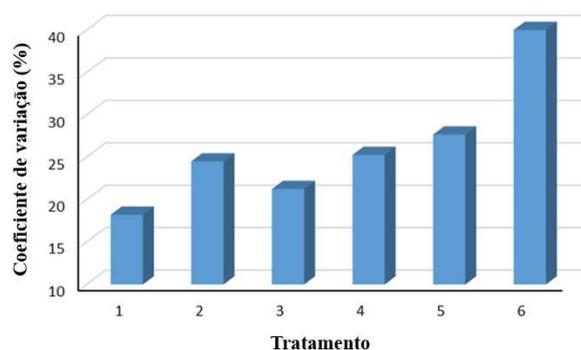


Figura 2 – Coeficientes de variação da produção de palhada medida antes da segunda safra (novembro/2015), nos tratamentos envolvendo intensificação de sistemas.

Os maiores CVs para a produção de palhada eram esperados por esta ter sido formada a partir do cultivo inicial estabelecido sob preparo convencional, sem existência prévia de outra cobertura

morta. Além disso, os restos culturais de milho ou soja não haviam sido uniformemente distribuídos sobre o solo por ocasião da colheita, porque o saca-palha da colhedora lança o material em faixas, sem recobrir toda a superfície da área. Espera-se que, com a acumulação dos restos culturais de colheitas sucessivas, a cobertura do solo também fique mais uniforme, reduzindo a variabilidade nas amostragens de palhada.

Considerando-se tempo relativamente curto de condução do campo demonstrativo (três safras), percebe-se que o erro experimental refletido pelos coeficientes de variação é aceitável, sobretudo quando se consideram os resultados cumulativos das safras. Dessa forma, as amostragens realizadas nos dez pontos georreferenciados na área de cada tratamento são satisfatórias para caracterização das respostas agrônômicas aos sistemas de produção com intensificação ecológica. Esse procedimento amostral atende às finalidades de monitoramento comparativo e validação de dados técnicos da URT estabelecida na Embrapa Milho e Sorgo, com intensificação combinando milho, soja, braquiária e níveis de investimento em insumos. As informações de manejo assim obtidas viabilizam a geração de dados científicos, ao mesmo tempo em que fortalecem as estratégias de divulgação e transferência de tecnologias na temática em questão.

Conclusão

A amostragem em dez pontos georreferenciados dentro de cada tratamento possibilita a obtenção de dados de produtividade com razoável precisão em campo demonstrativo de sistemas intensificados de produção de grãos.

O coeficiente de variação dos dados da produtividade de grãos acumulada no decorrer de mais safras tende a diminuir, aumentando a confiabilidade dos resultados cumulativos dos sistemas a serem validados.

A produção de palhada apresenta coeficiente de variação alto a muito alto em razão da desuniformidade espacial no campo, dificultando sua quantificação precisa.

Agradecimentos

Ao CNPq, pelo apoio financeiro e concessão de bolsa de estudo. À Fundação Agrisus, pelo auxílio financeiro para manutenção da área experimental.

Referências

AMADO, T. J. C.; NICOLOSO, R.; LANZANOVA, M.; SANTI, A. L.; LOVATO, T. A compactação pode comprometer os rendimentos de áreas sob plantio direto. **Revista Plantio Direto**, Passo Fundo, v. 15, n. 89, p. 34-42, 2005.

CECCON, G.; STAUT, L. A.; SAGRILO, E.; MACHADO, L. A. Z.; NUNES, D. P.; ALVES, V. B. Legumes and forage species sole or intercropped with corn in soybean-corn succession in Midwestern Brazil. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 37, n. 1, p. 204-212, 2013.

KÖPPEN, W. **Climatologia**: com um estudo de los climas de la tierra. New Gersey: Climatology, 1948. 104 p.

PIMENTEL-GOMES, F. **Curso de estatística experimental**. 14. ed. Piracicaba: Nobel, 2000. 477 p.

STEEL, R. G. D.; TORRIE, J. H. **Principles and procedures of statistics**: a biometrical approach. 2. ed. New York: McGraw-Hill, 1980. 633 p.