

Produtividade de grãos em nove cultivos sob pivô central com intensificação de sistema de produção na região Central de Minas Gerais¹

Cássio Faria Cecon²; Álvaro Vilela de Resende³; Eduardo de Paula Simão⁴; Emerson Borghi³; Antônio Carlos de Oliveira³; José Paulo Costa Ferreira²

¹ Trabalho financiado pelo CNPq.

² Estudante de Engenharia Agrônoma, Universidade Federal de São João del-Rei, Campus Sete Lagoas-MG. Bolsista de Iniciação Científica CNPq-PIBIC. E-mail: fariacassio25@gmail.com, zepaulo_prados@hotmail.com.

³ Pesquisador da Embrapa Milho e Sorgo. E-mail: alvaro.resende@embrapa.br, emerson.borghi@embrapa.br, antoniocarlos.oliveira@embrapa.br.

⁴ Doutorando em Fitotecnia, Universidade Federal de Viçosa. E-mail: eduardosimao.agro@yahoo.com.br.

Introdução

A região Central de Minas Gerais está localizada no bioma Cerrado, num polo populacional com grande demanda de produção de alimentos, tanto para consumo humano quanto para as criações de animais. No entanto, é caracterizada pelos frequentes veranicos ou estiagem durante os períodos de safra, acentuando a dificuldade para produção de culturas agrícolas. Os solos com alto grau de intemperização necessitam de maiores investimentos em nutrição e adoção de práticas de manejo conservacionista, principalmente em relação à matéria orgânica, grande responsável pela fertilidade do solo nos ambientes tropicais (Sousa; Lobato, 2004; Sá et al., 2010).

A necessidade de uma agricultura cada vez mais eficiente para atender à demanda global de alimentos (Van Wart et al., 2013) tem forçado a busca por contínuos ganhos de produtividade. Nesse sentido, ganha importância o desenvolvimento tecnológico e a difusão de práticas agrônomicas que permitam utilizar de forma mais eficiente a água e melhorar os atributos do solo, visando beneficiar a nutrição e o potencial produtivo das lavouras. Uma maneira de incrementar a produtividade é por meio da adoção de sistemas de produção intensificados, seja pelo uso de irrigação ou pela combinação de cultivos que permitam mais de uma colheita ao ano, além da consorciação de espécies para aumentar o aporte de resíduos orgânicos ao solo.

A limitação hídrica durante o ciclo interfere diretamente no armazenamento de água no solo e, conseqüentemente, na produção das culturas. A irrigação permite conciliar a demanda das plantas com a oferta hídrica, sem depender do clima. Porém, por causa do elevado custo de produção na agricultura irrigada, é preciso buscar formas de aumentar a eficiência no uso da água.

O sistema plantio direto (SPD) e a intensificação ecológica, com inclusão de espécies vegetais que potencializem a formação de palhada, possibilitam também a incorporação de carbono no perfil via raízes, maximizando a ciclagem de nutrientes e melhorando a qualidade física do solo (Resende et al., 2016). Nas regiões onde essa estratégia já é bem estabelecida, a maior retenção de água no solo e o aprofundamento do crescimento radicular mostram-se convenientes aos produtores de grãos, pela significativa melhoria no aproveitamento dos insumos e da água de chuva ou de irrigação nas lavouras.

No cerrado da região Central de Minas Gerais, são ainda pouco difundidos esquemas de intensificação utilizando o SPD conforme as condições edafoclimáticas e as possibilidades de combinações de espécies que possam ser atrativas ao perfil da atividade agropecuária e dos produtores locais. Nesse contexto, o objetivo do presente trabalho foi comparar o desempenho produtivo de sistemas intensificados com diferentes combinações de culturas e níveis de adubação, em cultivos sob irrigação por pivô central.

Material e Métodos

Um experimento com sistemas intensificados de produção de grãos em pivô central foi implantado em 2014, na área experimental da Embrapa Milho e Sorgo, município de 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). Antecedendo a safra 2014/2015, foram realizadas práticas de subsolagem, incorporação de corretivos da acidez (4 t ha⁻¹ de calcário dolomítico e 3 t ha⁻¹ de gesso agrícola) e de adubos (1.000 kg ha⁻¹ de superfosfato simples, 390 kg ha⁻¹ de cloreto de potássio e 93 kg ha⁻¹ de FTE BR12) para a construção da fertilidade no perfil do solo e condicionamento de toda a área experimental. Após estas operações, foi realizado o cultivo de soja, dando início à implantação dos tratamentos em plantio direto, como descrito a seguir.

Seis tratamentos foram constituídos de modalidades de cultivo de milho, envolvendo monocultura, rotação com soja/feijão, consórcio com braquiária e dois níveis de investimento em adubação (Tabelas 1 e 2). Os cultivos de soja e feijão foram conduzidos com espaçamento de 0,5 m entre linhas e, os de milho, com espaçamento de 0,7 m. A área total do experimento foi de 3,5 hectares, divididos em seis talhões correspondentes aos tratamentos. Limitações físicas e operacionais não permitiram a utilização de delineamento experimental clássico, com repetições

estatísticas verdadeiras. Assim, os dados de avaliações dos cultivos foram obtidos a partir de pseudorrepetições (Ferreira et al., 2012; Cecagno et al., 2016; Peixoto et al., 2019) em dez pontos aleatórios previamente georreferenciados dentro da área de cada tratamento.

Os tratamentos foram planejados da seguinte forma: 1-monocultura de milho sob médio investimento em adubação; 2-rotação milho/feijão em médio investimento; 3-rotação soja/milho/feijão em médio investimento; 4-rotação soja/milho/feijão em médio investimento, com inclusão de braquiária em consórcio com o milho; 5-rotação soja/milho/feijão sob alto investimento em adubação; e 6-rotação soja/milho/feijão em alto investimento, com inclusão de braquiária em consórcio com o milho. A semeadura da braquiária (*Urochloa ruziziensis*) foi feita misturando-se as sementes do capim junto ao adubo distribuído no sulco de semeadura do milho. As sequências dos cultivos realizados em cada tratamento estão apresentadas na Tabela 1 e as quantidades de fertilizantes aplicadas nos dois níveis de investimento em adubação constam na Tabela 2.

Tabela 1. Cultivos realizados conforme os tratamentos, no período entre os anos agrícolas 2014/2015 a 2018/2019.

Cultivos	Tratamentos*					
	1 M_médio	2 M/F_médio	3 S/M/F_médio	4 S/M+C/F_médio	5 S/M/F_alto	6 S/M+C/F_alto
2014/15**	S	S	S	S	S	S
2015	M	M	M	M + C	M	M + C
2015/16	-	-	S	S	S	S
2016	M	M	M	M + C	M	M + C
2016/17	-	-	S	S	S	S
2017	M	M	M	M + C	M	M + C
2017/18***	M	M	M	M + C	M	M + C
2018	-	F	F	F	F	F
2018/19	-	-	S	S	S	S

* M = cultivo de milho. F = cultivo de feijão. S = cultivo de soja. M + C = consórcio de milho e capim braquiária. Médio = adubação correspondente ao investimento médio realizado por produtores mais tradicionais. Alto = adubação correspondente a investimento alto realizado por produtores mais tecnificados.

** Primeiro cultivo com soja na área experimental para estabelecimento plantio direto e, a partir daí, a sequência de culturas conforme os tratamentos. O planejamento original era de que o feijão entrasse sempre após cada cultivo de milho, mas operacionalmente não foi possível comportar três culturas no mesmo ano agrícola.

*** Por necessidade de ajuste no cronograma operacional, foi cultivado milho ao invés de soja na safra verão 2017/2018.

Após a maturação fisiológica das culturas, amostragens foram realizadas nos dez pontos georreferenciados em cada tratamento, colhendo-se três linhas de três metros de comprimento. A produtividade foi determinada com pesagem dos grãos e correção da umidade para 13%. Além de se considerar os resultados de cada cultivo individualmente, foi contabilizada a produção total acumulada até a safra 2018/2019. Também foi calculada a produção cumulativa somente dos cultivos

de milho, de soja, e de soja + milho no período. Os dados foram submetidos à análise de variância com auxílio do programa Sisvar (Ferreira, 2011), considerando delineamento inteiramente casualizado e as unidades amostrais dentro dos tratamentos como repetições (pseudorrepetições). As médias de produtividade nos diferentes sistemas de produção foram comparadas pelo teste LSD a 5%.

Tabela 2. Data de semeadura, cultivar e quantidades de fertilizantes aplicadas aos tratamentos nos níveis de médio e alto de investimento em adubação de manutenção, no período dos anos agrícolas 2014/2015 a 2018/2019.

Cultivo	Data semeadura	Cultivar	Nível de investimento em adubação	
			Médio	Alto
2014/15	21/11/2014	BRS 7380 RR	307 kg ha ⁻¹ de NPK 02-20-20+B e Zn.	450 kg ha ⁻¹ de NPK 02-20-20+B e Zn. Duas aplicações foliares com 2,5 kg ha ⁻¹ de MAP + 1,5 kg ha ⁻¹ de nitrato de cálcio.
2015	12/06/2015	DKB 390 PRO	443 kg ha ⁻¹ de NPK 04-14-08+Zn. Adubação de cobertura com 200 kg ha ⁻¹ de ureia.	664 kg ha ⁻¹ de NPK 04-14-08+Zn. Adubação de cobertura com 300 kg ha ⁻¹ de ureia. Uma aplicação foliar com micronutrientes.
2015/16	03/12/2015	BRS 7780 IPRO	257 kg ha ⁻¹ de NPK 02-20-20+B e Zn. Uma aplicação foliar com micronutrientes.	322 kg ha ⁻¹ de NPK 02-20-20+B e Zn. Uma aplicação foliar com micronutrientes.
2016	15/04/2016	AS 1581 PRO	293 kg ha ⁻¹ de NPK 08-28-16+B. Adubação de cobertura com 229 kg ha ⁻¹ de ureia.	460 kg ha ⁻¹ de NPK 08-28-16+B. Adubação de cobertura com 229 kg ha ⁻¹ de ureia. Adubação de cobertura com 248 kg ha ⁻¹ de NPK 20-00-20. Uma aplicação foliar com micronutrientes.
2016/17	25/10/2016	RK 6813 RR	257 kg ha ⁻¹ de NPK 04-30-16+Zn. Uma aplicação foliar com micronutrientes.	429 kg ha ⁻¹ de NPK 04-30-16+B e Zn. 190 kg ha ⁻¹ de cloreto de potássio. Duas aplicações foliares com micronutrientes.
2017	09/03/2017	AG 8088 PRO2	320 kg ha ⁻¹ de NPK 08-28-16+B. Adubação de cobertura com 175 kg ha ⁻¹ de ureia. Adubação de cobertura com 180 kg ha ⁻¹ de NPK 20-00-20.	490 kg ha ⁻¹ de NPK 08-28-16+B. Adubação de cobertura com 175 kg ha ⁻¹ de ureia. Adubação de cobertura com 490 kg ha ⁻¹ de NPK 20-00-20.
2017/18	14/12/2017	AG 8088 PRO2	140 kg ha ⁻¹ de NPK 08-28-16+B. Adubação de cobertura com 161 kg ha ⁻¹ de ureia.	140 kg ha ⁻¹ de NPK 08-28-16+B. Duas adubações de cobertura com 161 + 240 kg ha ⁻¹ de ureia.
2018	07/06/2018	BRS ESTEIO	180 kg ha ⁻¹ NPK 08-28-16+B. Adubação de cobertura com 145 kg ha ⁻¹ de ureia. Uma aplicação foliar com 3,0 kg ha ⁻¹ de MAP + 2,0 kg ha ⁻¹ de nitrato de cálcio.	180 kg ha ⁻¹ NPK 08-28-16+B. Adubação de cobertura com 145 + 100 kg ha ⁻¹ de ureia. Uma aplicação foliar com 3,0 kg ha ⁻¹ de MAP + 2,0 kg ha ⁻¹ de nitrato de cálcio.
2018/19	24/10/2018	RK 6813 RR	148 kg ha ⁻¹ NPK 08-28-16+B. Uma aplicação foliar com micronutrientes.	415 kg ha ⁻¹ NPK 08-28-16+B. Duas aplicações foliares com micronutrientes.
Total de N-P ₂ O ₅ -K ₂ O no período (kg ha ⁻¹)			571-555-398	949-848-807

Resultados e Discussão

Na Figura 1 são apresentadas as médias de produtividade de grãos em cada um dos cultivos com milho, soja e feijão, comparando distintos sistemas de produção em ambiente irrigado. De modo geral, foram pouco expressivas as diferenças no rendimento de grãos, apesar das condições contrastantes decorrentes da sequência de culturas, da inclusão de braquiária em consórcio com o milho e dos níveis de adubação (Tabelas 1 e 2).

No primeiro cultivo com soja, em 2014/2015, os tratamentos apresentaram produtividade estatisticamente igual (Figura 1), provavelmente refletindo o efeito do condicionamento inicial da fertilidade com a incorporação de corretivos de acidez e fertilizantes em toda a área do experimento. Nos cultivos seguintes, mesmo quando estatisticamente significativas, as respostas não refletiram a variação de comportamento que seria esperada em virtude dos tratamentos de intensificação de sistema. Em alguns casos, tratamentos com inserção de mais espécies e nível mais elevado de adubação resultaram em produtividade significativamente menor, sugerindo algum efeito depressivo (Figura 1). Uma possível explicação é que a maior adubação tenha favorecido a incidência de doenças (variável não mensurada), com prejuízo ao potencial produtivo das culturas. No caso da soja, foi visível que a adubação mais pesada promoveu maior desenvolvimento vegetativo, o que, contudo, não se refletiu no rendimento de grãos. Cabe observar, também, que os tratamentos M e M/F em médio investimento, em razão do planejamento experimental, ficaram em pousio durante os cultivos de soja (Tabela 1), resultando em uso menos intensivo do solo, o que pode ter interferido nas respostas do milho. De qualquer modo, os cultivos realizados até o momento parecem ainda não ter sido suficientes para a detecção de tendências mais definidas e consistentes.

Na avaliação da produção acumulada dos cultivos no período 2014/2015 a 2018/2019 (Figura 2A), é preciso ponderar que os tratamentos M e M/F tiveram, respectivamente, quatro e três cultivos a menos que os demais (ausência dos cultivos com soja), o que explica sua menor produção global. Os tratamentos com alto investimento em adubação, com ou sem a braquiária consorciada nos cultivos de milho, apresentaram produção cumulativa estatisticamente menor do que na condição de médio investimento. O tratamento S/M/F sob média adubação resultou na maior produção apurada após nove cultivos.

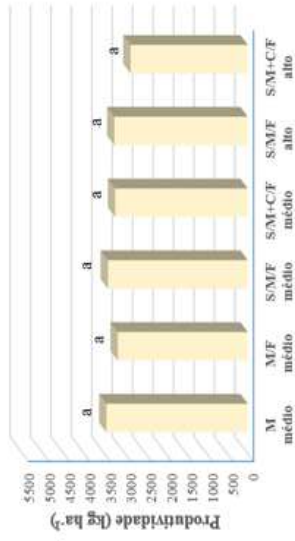
Adubações mais pesadas não surtiram ganhos de produtividade, especialmente no milho (Figura 2B), embora, na média dos quatro cultivos do cereal, as produtividades tenham sido

satisfatórias para os padrões da região, variando de 7.971 a 9.264 kg ha⁻¹ entre os diversos sistemas de produção. Cabe ressaltar, ainda, que nem sempre o cronograma operacional planejado pode ser cumprido, de forma que alguns dos cultivos de milho foram semeados tardiamente (Tabela 2) em relação à época de maior potencial produtivo da cultura que é no verão, com semeadura em meados de outubro. A hipótese de que o suprimento de nutrientes no alto nível de investimento tenha sido desproporcional à exigência das plantas e provocado algum distúrbio fisiológico também é plausível, mas requereria avaliações mais específicas para confirmação.

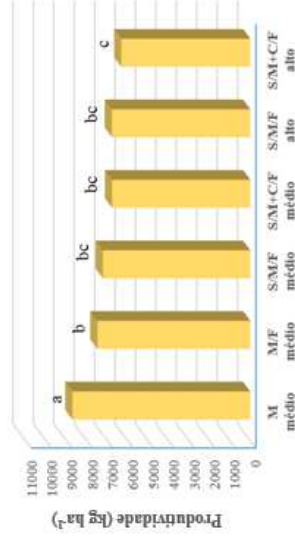
A inclusão do capim braquiária em consórcio nos cultivos de milho provocou certa limitação na produção dos respectivos sistemas. Esse efeito ficou mais evidente na condição de médio investimento em adubação (Figura 2A, 2B, 2D). Dependendo da intensidade de desenvolvimento do capim, pode ocorrer competição por luz, água e nutrientes, reduzindo a produtividade de grãos de milho no consórcio em comparação ao seu cultivo solteiro (Duarte et al., 2013). Esses autores reportaram resultados de trabalhos conduzidos em diferentes regiões e ponderaram que os efeitos do consórcio na produtividade do milho são variáveis de acordo com a forma de manejo do capim e as condições climáticas durante a safrinha, com casos em que as perdas de rendimento alcançaram 12 a 13%. Segundo Crusciol et al. (2009), pode haver competição, principalmente pelo N, o qual exerce grande influência na produtividade do milho. Não obstante, a redução de 3,6% entre os dois tratamentos mais produtivos no acumulado de nove cultivos (S/M+C/F médio vs S/M/F médio, Figura 2A) possivelmente estaria dentro de um limite aceitável, considerando os benefícios que a inclusão do capim pode proporcionar para a qualidade do solo (Salton; Tomazi, 2014; Crusciol et al., 2015; Pereira et al., 2016), dentre outros.

A máxima diferença de produção acumulada de nove cultivos, entre os quatro sistemas envolvendo S/M/F (mais diversificados), foi de 9,9% (Figura 2A), indicando relativa similaridade no desempenho resultante de condições com ou sem capim braquiária e com menor ou maior aporte de nutrientes. Certamente, contribuíram para isso o nivelamento inicial da fertilidade do solo na área toda, visando condicionar os atributos de interesse (P, K, e V%) acima dos valores considerados adequados (Alvarez V. et al., 1999), e o uso da irrigação, que além de evitar situações de estresse hídrico favorece a absorção e o melhor aproveitamento dos nutrientes fornecidos.

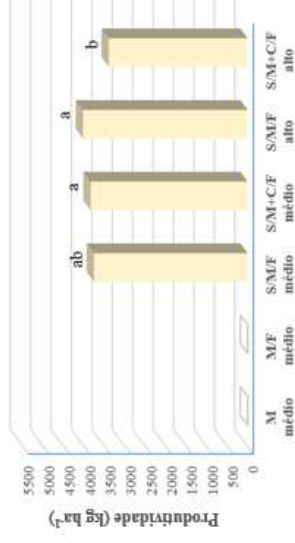
Soja 2014/2015



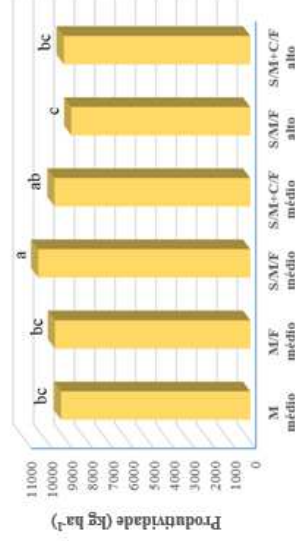
Milho 2015



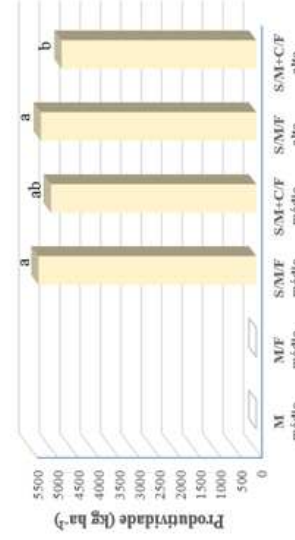
Soja 2015/2016



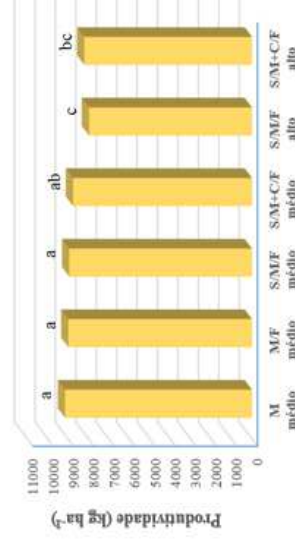
Milho 2016



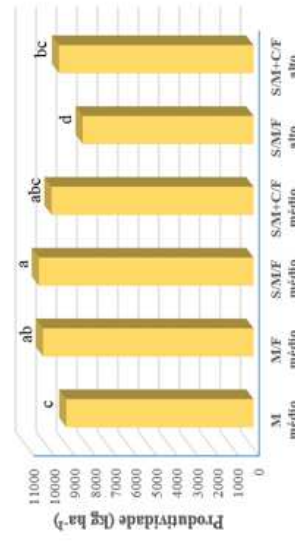
Soja 2016/2017



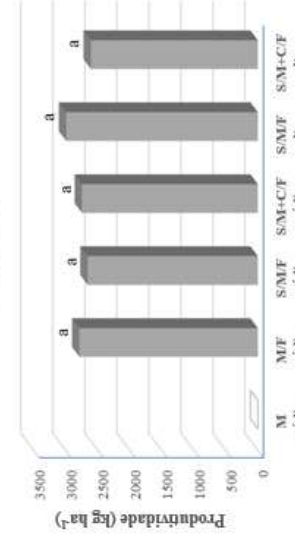
Milho 2017



Milho 2017/2018



Feijão 2018



Soja 2018/2019

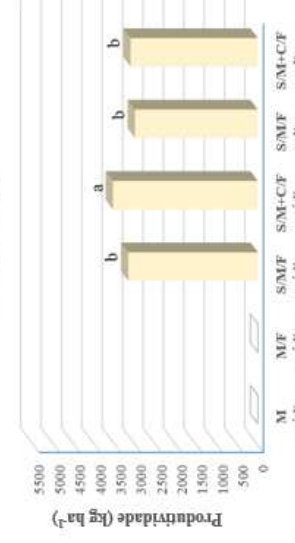


Figura 1. Produtividade de grãos ao longo de nove cultivos, em função de tratamentos com diferentes níveis de intensificação em plantio direto sob pivô central, na região de Sete Lagoas-MG. Letras iguais indicam que as médias não diferem pelo teste LSD a 5%. A ausência de colunas em determinados tratamentos indica a condição de pousio durante o cultivo em questão.

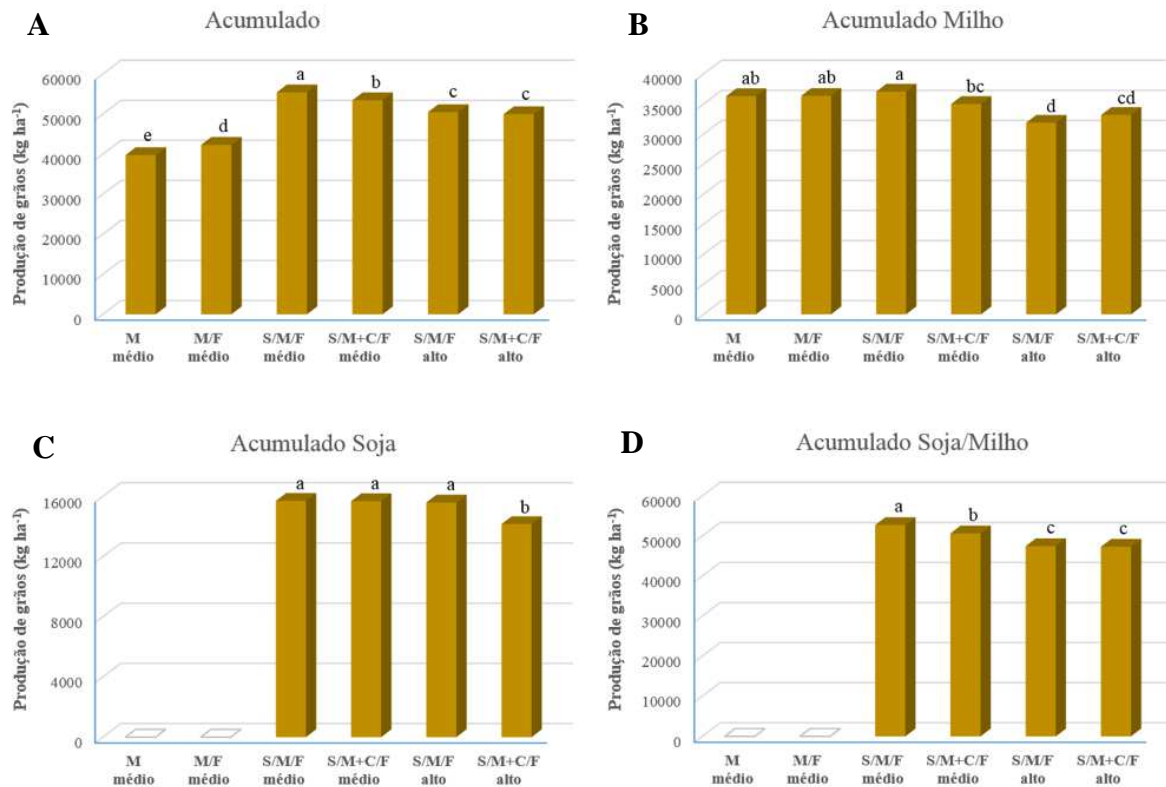


Figura 2. Produção acumulada em resposta a tratamentos com diferentes níveis de intensificação em plantio direto sob pivô central, na região de Sete Lagoas-MG. Somatória das produtividades obtidas ao longo de todos os cultivos em cada tratamento (A); somatória das produtividades obtidas nos cultivos de milho (B); somatória das produtividades obtidas nos cultivos de soja (C); e somatória das produtividades obtidas de soja + milho (D). Letras iguais indicam que as médias não diferem pelo teste LSD a 5%. A ausência de colunas em determinados tratamentos indica que eles não envolvem a cultura em questão.

O tamponamento do solo argiloso na condição de fertilidade construída, incrementado pelo manejo em SPD a partir do primeiro ano do experimento, constitui um fator importante que ajuda a explicar a falta de resposta à adubação (Resende et al., 2016). É preciso levar em conta que nos primeiros cinco anos o SPD ainda se encontra em fase de estabilização, e seus benefícios plenos, incluindo o efetivo acúmulo de matéria orgânica nos sistemas com maior produção de resíduos vegetais, tendem a se expressar em mais longo prazo, a partir de dez anos (Sá et al., 2004; Calonego et al., 2011; Moraes et al., 2016).

Até o presente momento, os dois sistemas com maior investimento em adubação acarretaram aumento no custo de produção, sem promover maior produtividade de grãos (Figura 1). Esse fato indica a conveniência de ajuste das adubações futuras para recalibrar os tratamentos, considerando

entradas de nutrientes mais compatíveis com os patamares de produtividade que vêm sendo obtidos nos sistemas e fazendo uso de parte das reservas existentes no solo.

Conclusão

O rendimento de grãos foi relativamente pouco influenciado pelos tratamentos de intensificação do sistema de produção. Aportes extras de nutrientes resultaram em menor produtividade na maioria dos cultivos, assim como a inclusão de capim braquiária em consórcio impactou negativamente o desempenho do milho. A continuidade das avaliações após esse período inicial de estabilização do SPD deverá possibilitar a obtenção de resultados mais consistentes.

Agradecimentos

Ao CNPq, pelo apoio financeiro (Processo: 422538/2016-7) e concessão de bolsa PIBIC. À Fundação Agrisus (Processo: 1491/15), pelo auxílio financeiro parcial para manutenção da área experimental.

Referências

- ALVAREZ V., V. H.; NOVAS, R. F.; BARROS, N. F.; CANTARUTTI, R. B.; LOPES, A. S. Interpretação dos resultados das análises de solos. In: RIBEIRO, A. C.; GUIMARÃES, P. T. G.; ALVAREZ V., V. H. **Recomendações para uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5ª aproximação**. Viçosa: Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais, 1999. p. 25-34.
- CALONEGO, J. C.; BORGHI, E.; CRUSCIOL, C. A. C. Intervalo hídrico ótimo e compactação do solo com cultivo consorciado de milho e braquiária. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 35, n. 6, p. 2183-2190, 2011.
- CECAGNO, D.; COSTA, S. E. V. G. A.; ANGHINONI, I.; KUNRATH, T. R.; MARTINS, A. P.; REICHERT, J. M.; GUBIANI, P. I.; BALERINI, F.; FINK, J. R.; CARVALHO, P. C. F. Least limiting water range and soybean yield in a long-term, no-till, integrated crop-livestock system under different grazing intensities. **Soil Tillage Research**, v. 156, p. 54-62, 2016.
- CRUSCIOL, C. A. C.; NASCENTE, A. S.; BORGHI, E.; SORATTO, R. P.; MARTINS, P. O. Improving soil fertility and crop yield in a tropical region with palisadegrass cover crops. **Agronomy Journal**, v. 107, n. 6, p. 2271-2280, 2015.
- CRUSCIOL, C. A. C.; SORATTO, R. P.; BORGHI, E.; MATEUS, G. P. Integração lavoura-pecuária: benefícios das gramíneas perenes nos sistemas de produção. **Informações Agronômicas**, n. 125, p. 2-15, 2009.

- DUARTE, A. P.; KURIHARA, C. H.; CANTARELLA, H. Adubação do milho safrinha em consórcio com braquiária. In: CECCON, G. (Ed.). **Consórcio milho-braquiária**. Brasília, DF: Embrapa, 2013. p. 113-141.
- FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, 2011.
- FERREIRA, D. F.; CARGNELUTTI FILHO, A.; LÚCIO, A. D. Procedimentos estatísticos em planejamentos experimentais com restrição na casualização. **Boletim Informativo Sociedade Brasileira de Ciência do Solo**, v. 37, n. 3, p. 16-19. 2012.
- KÖPPEN, W. **Climatologia**: con um estúdio de los climas de la tierra. Ciudad de México: Fondo de Cultura Economica, 1948.
- MORAES, M. T.; DEBIASI, H.; CARLESSO, R.; FRANCHINI, J. C.; SILVA, V. R.; LUZ, F. B. Soil physical quality on tillage and cropping systems after two decades in the subtropical region of Brazil. **Soil & Tillage Research**, v. 155, p. 351-362, 2016.
- PEIXOTO, D. S.; SILVA, B. M.; SILVA, S. H. G.; KARLEN, D. L.; MOREIRA, S. G.; SILVA, A. A. P.; RESENDE, A. V.; NORTON, L. D.; CURI, N. Diagnosing, ameliorating, and monitoring soil compaction in no-till brazilian soils. **Agrosystems, Geosciences & Environment**, v. 2, article 180035, 2019.
- PEREIRA, F. C. B. L.; MELLO, L. M. M.; PARIZ, C. M.; MENDONÇA, V. Z.; YANO, E. H.; MIRANDA, E. E. V.; CRUSCIOL, C. A. C. Autumn maize intercropped with tropical forages: crop residues, nutrient cycling, subsequent soybean and soil quality. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 40, e0150003, 2016.
- RESENDE, A. V.; FONTOURA, S. M. V.; BORGHI, E.; SANTOS, F. C.; KAPPES, C.; MOREIRA, S. G.; OLIVEIRA JÚNIOR, A.; BORIN, A. L. D. C. Solos de fertilidade construída: características, funcionamento e manejo. **Informações Agronômicas**, n. 156, p. 1-17, 2016.
- SÁ, J. C. M.; CERRI, C. C.; PICCOLO, M. C.; FEIGL, B. E.; BUCKENER, J.; FORNARI, A.; SÁ, M. F. M.; SEGUY, L.; BOUZINAC, S.; VENZKE FILHO, S. P. O plantio direto como base no sistema de produção. **Revista Plantio Direto**, n. 84, p. 45-61, 2004.
- SÁ, J. C. M.; SEGUY, L.; SÁ, M. F. M.; FERREIRA, A. O.; BRIEDIS, C.; SANTOS, J. B.; CANALLI, L. Gestão da matéria orgânica e da fertilidade do solo visando sistemas sustentáveis de produção. In: PROCHNOW, L. I.; CASARIN, V.; STIPP, S. R. (Ed.). **Boas práticas para uso eficiente de fertilizantes**: culturas. Piracicaba: IPNI, 2010. v. 1, p. 383-420.
- SALTON, J. C.; TOMAZI, M. **Sistema radicular de plantas e qualidade do solo**. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2014. 6 p. (Embrapa Agropecuária Oeste. Comunicado Técnico, 198).
- SOUSA, D. M. G.; LOBATO, E. (Ed.). **Cerrado**: correção do solo e adubação. 2. ed. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2004. 416 p.
- VAN WART, J.; KERSEBAUM, K. C.; PENG, S.; MILNER, M.; CASSMAN, K. G. Estimating crop yield potential at regional to national scales. **Field Crops Research**, v. 143, p. 34-43, 2013.