



ADUBAÇÃO FOSFATADA RESIDUAL EM MILHO SAFRINHA

Patricia Haas⁽¹⁾, Aildson Pereira Duarte⁽²⁾ e Claudinei Kappes⁽³⁾

1. Introdução

Produtores que adotam a combinação soja e milho safrinha em sucessão, em sistema de plantio direto, têm realizado adubações fosfatadas na totalidade na cultura da soja, sem avaliação do efeito residual da adubação da soja na nutrição e produtividade do milho safrinha, e vice-versa (Duarte & Cantarella, 2007). Esta prática pode não ser eficiente, pois o nutriente fósforo (P) apresenta limitações em se manter na solução do solo, dificultando o aproveitamento pelas plantas, devido à adsorção. O fosfato aplicado no solo apresenta reações, que reduz sua disponibilidade na solução do solo, passando para P-não lábil (Novais et al., 2007), podendo resultar em aproveitamento de apenas 10% pelas culturas anuais, ao utilizar fertilizantes em formas solúveis. Diferindo, neste aspecto, do nitrogênio (N) e do potássio (K), que têm maior aproveitamento (Raij, 2004).

O manejo da adubação substituindo a aplicação no sulco pela distribuição a lanço sem incorporação é ainda controversa devido as diferentes condições edafoclimáticas regionais (Machry et al., 2016). Sousa & Lobato (2004) relataram que em solo com baixo teor de P, nos três primeiros anos de cultivo, a aplicação a lanço, apresentou baixa produtividade em relação à aplicação no sulco. Já em solos supridos com P, o modo de aplicação do fertilizante fosfatado pode não afetar a produtividade das culturas, sendo recomendada para compensar a exportação e evitar o empobrecimento gradual do solo (Duarte & Cantarella, 2007).

O presente trabalho teve como objetivo estudar no milho safrinha o efeito residual de diferentes fontes, doses e modos de aplicação da adubação fosfatada, na sucessão de soja/milho safrinha, variando as doses de N em cobertura.

2. Material e Métodos

Os ensaios tiveram início na safrinha, 2013 em Pedrinhas Paulista - SP e 2014 em Palmital - SP, com consecutivas semeaduras em sucessão (Tabela 1), nas épocas de outono e verão, de milho safrinha e soja, respectivamente.

⁽¹⁾Graduanda em Engenharia Agrônoma, Fundação Gammon de Ensino, Paraguaçu Paulista - SP. E-mail: patriciahaas1@hotmail.com

⁽²⁾Engenheiro Agrônomo, Dr., Pesquisador Científico, Instituto Agrônomo (IAC), Campinas - SP. E-mail: aildson@apta.sp.gov.br

⁽³⁾Engenheiro Agrônomo, Dr., Pesquisador, Fundação MT, Rondonópolis - MT. E-mail: claudineikappes@fundacaomt.com.br





Tabela 1. Cronograma da sucessão de culturas no período 2013 a 2017.

Milho safrinha	Soja	Milho safrinha	Soja	Milho safrinha	Soja	Milho safrinha	Soja	Milho Safrinha
2013	2013/14	2014	2014/15	2015	2015/16	2016	2016/17	2017

Os ensaios em Pedrinhas Paulista (latitude 22° 48' 54" S, longitude 50° 47' 38" W e altitude 330 m) e Palmital (latitude 22° 47' 20", longitude 50° 13' 03" e altitude 508 m), no sudoeste do estado de São Paulo, foram instalados em Latossolo Vermelho Eutroférico e Distroférico, com teores de P na camada 0 a 20 cm alto e médio, respectivamente (Tabela 2).

Tabela 2. Resultado de análise de solo na profundidade de 0 a 20 cm, antes da instalação dos ensaios.

Local	MO	pH CaCl ₂	P	K	Ca	Mg	H+Al Tampão SMP	SB	CTC	V
	g dm ⁻³		mg dm ⁻³	Resina			mmol _c dm ⁻³			%
Pedrinhas	33	5,3	42	4,8	41	15	34	60,8	94,8	64
Palmital	33	5,5	17	1,9	57	16	28	74,9	102,9	73

O delineamento estatístico utilizado foi em blocos ao acaso em parcelas subdivididas, com quatro repetições. As parcelas experimentais de milho foram constituídas por 14 e 7 linhas espaçadas de 0,45 e 0,8 m em Palmital e Pedrinhas Paulista, respectivamente. Cada parcela correspondeu a uma área de 6,3 m de largura e 30,0 m de comprimento, dividida em três subparcelas de 6,3 m de largura e 10,0 m de comprimento. Na safrinha de 2017, foi avaliado o efeito residual de oito tratamentos referentes a variações na adubação do milho e da soja nos anos anteriores, dispostos nas parcelas (Tabela 3) e três doses de N em cobertura (30, 60 e 90 kg ha⁻¹ de N) nas subparcelas.

A implantação foi realizada, em ambos locais, sob sistema plantio direto, sem nenhuma adubação. Semeou-se os híbridos transgênicos BG 7037 YHR e 2B587 PW nos dias 16 e 31 de março de 2017 em Pedrinhas Paulista e Palmital, respectivamente.

No cultivo de safrinha 2017, em Palmital adubou-se, no estágio V5, com 30, 60 e 90 kg ha⁻¹ de N, na forma de nitrato de amônio. Em Pedrinhas, foi aplicado, no estágio vegetativo V7, em área total, 70 kg ha⁻¹ de N, enterrado em sulco na forma de ureia, considerando-se apenas o histórico das diferentes doses de nitrogênio, já que a dose de N foi a mesma para todas as parcelas.



Tabela 3. Histórico dos tratamentos fontes, doses e modos de aplicação dos nutrientes no período 2013 a 2016 (milho safrinha) e 2013/2014 a 2016/2017 (soja).

Tratamento	Milho safrinha			Soja				
	Fonte	Modo	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Fonte	P ₂ O ₅	K ₂ O
				Lanço			Lanço	
				kg ha ⁻¹			kg ha ⁻¹	
Sem adubação	Controle/controle		zero	zero	60		zero	80
P apenas no milho (c/N)	S15 (13-33-00-15 S)	Sulco	39	99	60		zero	80
P apenas no milho (c/N)	S15 (13-33-00-15 S)	Lanço	39	99	60		zero	80
P apenas no milho (s/N)	ST (46 % P ₂ O ₅)	Sulco	zero	99	60		zero	80
NPK - Padrão regional	16-18-14 8 S	Sulco	39	44	34*	ST	55	80
P apenas no milho (c/N)	DAP (18-46-00)	Sulco	39	99	60		zero	80
P apenas na soja	Nitrato Amônio	Sulco	39	zero	60	ST	99	80
P apenas na soja	Nitrato Amônio	Lanço	39	zero	60	ST	99	80

ST: superfosfato triplo; DAP: fosfato diamônico; *Complemento de 26 kg ha⁻¹ a lanço.

A colheita manual dos ensaios em Pedrinhas Paulista ocorreu nos dias 8 e 9 de agosto de 2017 e Palmital nos dias 7 e 8 de setembro de 2017. A área útil da parcela foi constituída por duas linhas centrais de cinco metros de comprimento, deixando 2,5 m de bordadura.

Determinou-se a altura até a inserção da folha bandeira do milho, de uma planta representativa da parcela, com uma régua graduada. As espigas foram transportadas para o laboratório de pós-colheita do Polo/Apta Médio Paranapanema, onde foram debulhadas para determinação da massa e umidade dos grãos. O cálculo da produtividade foi realizado corrigindo-se a umidade dos grãos para 13%.

Os resultados foram submetidos ao tratamento estatístico, utilizando o SAS (Statistical Analysis System), procedendo-se a análise de variância ao nível de 5% de significância e a comparação das médias pelo teste de Tukey.

3. Resultados e Discussão

A produtividade do milho foi menor em Palmital (Tabela 4), devido principalmente à semeadura tardia, coincidindo o período de grãos pastosos e farináceos com deficiência hídrica no solo; as chuvas totalizaram 464 mm durante o ciclo. Já em Pedrinhas, a semeadura foi realizada mais cedo, dentro do período recomendado regionalmente, que é até a segunda quinzena de março, com maior disponibilidade hídrica no estágio reprodutivo e 31,8 mm a mais de chuva durante o ciclo.

Em Pedrinhas Paulista, não houve diferença estatística entre os tratamentos, tanto para altura de plantas quanto para produtividade, evidenciando que a fertilidade natural do solo foi



suficiente para a produção de 6,7 t ha⁻¹ de milho, mesmo depois de cinco anos sem adubação. Ressalte-se, porém, que a ausência de adubação nitrogenada de semeadura pode ter limitado o arranque inicial das plantas (Duarte et al., 2013) e, conseqüentemente, a expressão de melhores produtividades e diferenciação dos tratamentos. Nos anos anteriores houve efeito positivo da adubação comparado ao tratamento controle, com produtividades médias de 8,1 t ha⁻¹ (7%) e 8,5 t ha⁻¹ (12%) em 2015 e 2016, respectivamente (Baldo et al. 2016; Haas & Duarte, 2017).

Tabela 4. Altura de plantas e produtividade de grãos do milho safrinha em função do histórico da adubação do sistema soja/milho safrinha em Pedrinhas Paulista e Palmital – SP, 2017.

Tratamentos	Pedrinhas – SP		Palmital – SP	
	Altura de plantas	Produtividade	Altura de plantas	Produtividade
	---- cm ----	--- kg ha ⁻¹ ---	---- cm ----	--- kg ha ⁻¹ ---
Histórico (milho/soja)¹				
Sem adubação	231	6.650	170	3.229 b
P apenas milho (c/N)	227	7.172	180	4.618 a
P apenas milho (c/N) - Lanço	228	7.316	183	4.872 a
P apenas milho (s/N)	228	7.188	183	4.906 a
NPK - Padrão regional	229	7.281	193	5.253 a
P apenas milho (c/N)	226	7.296	174	5.148 a
P apenas na soja	230	7.169	184	4.893 a
P apenas na soja - Lanço	228	7.019	177	4.820 a
Dose de N (kg ha⁻¹)				
30	227	7.178	179	4.575
60	231	6.957	181	4.848
90	228	7.274	183	4.729
Média	228	7.136	180	4.717
CV (%)	3,5	12,3	8,0	20,5
----- p < F ² -----				
Tratamento (T)	ns	ns	ns	**
Dose de N (D)	ns	ns	ns	ns
T x D	ns	ns	ns	ns
Bloco	*	ns	**	**

¹Adubação no sulco de semeadura, exceto quando descrito a lanço.

²Significativo a * 5 e ** 1%, respectivamente; Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste Tukey a 5%. CV: coeficiente de variação.



Em Palmital, os tratamentos adubados produziram, em média, 35% a mais que o controle (sem adubação fosfatada nos anos anteriores). Este valor é próximo ao aumento de 26% devido a adubação encontrado por Baldo et al. (2016) em 2015, com produtividade média de 8,2 t ha⁻¹. Porém, em 2016, a produtividade foi igual entre os tratamentos, cuja média foi apenas 3,4 t ha⁻¹, em decorrência de geadas no enchimento dos grãos, embora a altura de plantas tenha sido maior nas parcelas adubadas (Haas & Duarte, 2017).

Os melhores efeitos da adubação e a constatação de efeito residual em Palmital estão relacionados à menor fertilidade do solo. Conforme a Tabela 2, neste local o teor de fósforo inicial foi 17 mg dm⁻³ de P, que está na faixa média de suficiência, segundo o Boletim 100 do IAC (Duarte et al., 1996). Em Pedrinhas, em solo de alta fertilidade, a diferença entre os tratamentos não expressou em 2017, evidenciando um menor efeito na produtividade do empobrecimento do solo devido à ausência contínua da adubação.

Nos dois locais não se obteve diferença na produtividade quanto ao modo de aplicação no sulco e a lanço. O mesmo foi observado com a aplicação direta dos fertilizantes nos anos anteriores por Baldo et al. (2016) e Haas & Duarte (2017). Esperava-se que, no solo de média fertilidade, em Palmital, houvesse maior efeito residual da adubação fosfatada no sulco, pela localização mais profunda e, conseqüentemente, mais próxima das raízes do milho.

Não houve vantagem dos tratamentos com aplicação do P na cultura imediatamente anterior, a soja 2016/2017, em comparação ao milho safrinha 2016. Baldo et al. (2016) verificaram que em Palmital a aplicação direta do P no milho proporcionou maior produtividade que a aplicação exclusivamente na soja. Assim, em solos de média fertilidade, é importante a aplicação direta do P na cultura do milho safrinha, sendo irrelevante qual cultura foi adubada no ano anterior, soja ou milho safrinha.

Não houve efeito das doses de N aplicadas em cobertura: residual, em Pedrinhas, ou pela aplicação no próprio cultivo de safrinha, em Palmital. A menor dose, 30 kg ha⁻¹, foi próxima à recomendada para baixas produtividades de milho safrinha (Duarte et al., 1996), tais como as obtidas no presente trabalho, especialmente em Palmital. Acrescenta-se que, de acordo com Duarte & Cantarella (2007), a ausência de adubação nitrogenada na semeadura pode ter alterado a resposta ao N em cobertura e reduzido o potencial produtivo do milho.

4. Conclusões

O milho safrinha responde ao efeito residual da aplicação de fósforo apenas em solo de média fertilidade, independente se a cultura adubada foi a soja ou o próprio milho nos anos anteriores. O efeito residual do fósforo é igual entre os modos de aplicação do fertilizante no



sulco ou a lanço. Doses de N em cobertura superiores a 30 kg ha⁻¹ não melhoram a produtividade do milho, na ausência de N em semeadura e patamar produtivo de 4,7 t ha⁻¹.

Agradecimentos

Aos funcionários de apoio Edimilson Alves de Mello e José Francisco dos Santos, da APTA Médio Paranapanema, em Assis, pelo auxílio na condução dos ensaios, e ao Sr. Antonio Franco Neto, da Fazenda São João, em Pedrinhas, pela cessão de área e apoio.

Referências

BALDO, J.P.; CANTARELLA, H.; PIEDADE, R.C.; DUARTE, A.P. Adubação fosfatada e nitrogenada em sistemas produtivos de milho safrinha e soja. In: CONGRESSO INTERINSTITUCIONAL DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 10., Campinas, 2016. **Anais...** Campinas: Embrapa, 2016. 3p.

DUARTE, A.P. CANTARELLA, H. Adubação em sistema de produção de soja e milho safrinha. In: SEMINÁRIO SOBRE A CULTURA DO MILHO SAFRINHA, 9., Dourados, 2007. **Anais...** Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2007. p.44-61. (Documentos, 89).

DUARTE, A.P.; CANTARELLA, H.; RAIJ, B. van. Milho “safrinha”. In: RAIJ, B. van; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A.; FURLANI, A.M.C. **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. 2.ed. Campinas: IAC, 1996. p.60-61.

HAAS, P.; DUARTE, A.P. Adubação fosfatada em sistemas produtivos de milho safrinha e soja. In: CONGRESSO INTERINSTITUCIONAL DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 11., **Anais...** Campinas: Instituto Agrônomo, 2017. 14p.

MACHRY, G.L.; VIEIRA, R.C.B.; PELLENZ, J.R.; GOTTARDO, S. J. P.; EICHELBERGER, V.S. Eficiência técnica do fósforo em diferentes modos de aplicação e dosagem na cultura da soja em plantio direto. In: REUNIÃO SUL-BRASILEIRA DE CIÊNCIA DO SOLO QUALIDADE DO SOLO & AMBIENTE DE PRODUÇÃO, 11., Frederico Westphalen. **Resumos...** SBCS, 2016.

NOVAIS, R.F.; SMYTH, T.J.; NUNES, F.N. Fósforo. In: NOVAIS, R.F. **Fertilidade do solo**. Viçosa - MG: SBCS, 2007. p.471-550.

RAIJ, B. van. Fósforo no solo e interação com outros elementos. In: SIMPÓSIO SOBRE FÓSFORO NA AGRICULTURA BRASILEIRA, São Pedro. **Anais...** Piracicaba: Potafós, 2004.

SOUSA, D.M.G.; LOBATO, E. Adubação fosfatada em solos da região do cerrado. In: SIMPÓSIO SOBRE FÓSFORO NA AGRICULTURA BRASILEIRA, São Pedro. **Anais...** Piracicaba: Potafós, 2004. p.157-200.

