

Soja em manejos do solo e doses de calcário na reforma de canavial: desempenho simbiótico e agronômico

CORDEIRO JUNIOR, P.S.¹; LEAL, E.P.²; BETIOL, O.²; ZERBATO, C.¹; BOLONHEZI, D.²

¹UNESP-Campus de Jaboticabal, Via de acesso Prof. Paulo Donato Castellane s/n, 14884-900, pscordeiro@outlook.com, cristiano.zerbato@unesp.br. ²Instituto Agronômico de Campinas, Centro Avançado de Pesquisa de Cana, Rod. Antônio Duarte Nogueira, km 321, 14001-970, Ribeirão Preto-SP, elcioprleal@gmail.com, olavobetiol96@gmail.com, dbolonhezi@gmail.com

Introdução

Nos últimos 59 anos, entre 1960 e 2018, a produção global de soja cresceu 1.202%, passando de 27 para 348 milhões de toneladas, sendo o Brasil o segundo maior produtor, com produção superior a 100 milhões de toneladas, produzidas em mais de 26 milhões de ha, dos quais 90 % no sistema plantio direto (Gazzoni; Dall'Agnol, 2018). A conjuntura de preços favoráveis dessa commodity tem impulsionado o cultivo nas diferentes regiões do Brasil, sendo que somente em São Paulo houve aumento de 45% na área cultivada, passando de 526 mil na safra 2007/08 para 962 mil hectares na safra 2017/18, de acordo com Conab (2018). Verifica-se que esse crescimento tem ocorrido principalmente na reforma de canaviais, que se considerado a região do Triângulo Mineiro, já ultrapassa 600 mil hectares de cultivo anualmente.

Dentre os fatores considerados como determinantes para os altos rendimentos, destaca-se a construção de um perfil de solo adequado, tanto no aspecto de fertilidade como de física do solo, com a finalidade de favorecer o crescimento das raízes e consequentemente reduzir a vulnerabilidade aos períodos de estresse hídrico. Na busca pela construção desse perfil, equivocadamente, algumas recomendações técnicas preconizam revolver o solo a fim de favorecer a incorporação de corretivos e diminuição dos efeitos da compactação.

Uma questão muito importante, que vale ser ressaltada no mundo e no Brasil, refere-se na substituição ou minimização do uso de insumos minerais industrializados por organismos biológicos a fim de reduzir a contaminação do ambiente, dada a crescente busca por maior sustentabilidade do sistema agrícola. Por isso, um dos grandes desafios da pesquisa é o desenvolvimento de técnicas de manejo que visam e favoreçam ao uso dos fatores biológicos no incremento da produção (Zuffo, 2016).

Ainda nesse cenário, a prática de coinoculação validada há apenas cinco anos no Brasil, tem atuado como coadjuvante no processo, pois promove melhoras no processo já tão eficiente da fixação biológica de nitrogênio em soja, proporcionando consequentemente acréscimos nos patamares de produtividade da cultura.

Diante deste contexto e por meio do presente trabalho, objetivou-se avaliar o desempenho simbiótico, bem como o desenvolvimento agronômico de soja em experimento de longa duração sobre plantio direto e calagem na reforma de canaviais.

Material e Métodos

A pesquisa iniciada em 1998 está instalada sobre um Latossolo Vermelho eutrófico (Centro de Pesquisa em Cana-de-Açúcar do IAC, Ribeirão Preto), de acordo com delineamento blocos ao acaso com dois tratamentos principais de manejo do solo (convencional e plantio direto), quatro doses de calcário (0, 2, 4 e 6 t ha⁻¹) nas subparcelas (aplicadas em 1998, 2003 e 2008) e 4 repetições no campo, totalizando 32 parcelas experimentais.

Após caracterização inicial, procedeu-se a aplicação do calcário dolomítico, conforme as doses já estabelecidas desde 1998. Foi utilizado calcário de rocha sedimentar da marca Diamante (ensacado) com características semelhantes ao utilizado na última aplicação há 10 anos. Utilizou-se aplicador do tipo “caixote”, o qual foi regulado conforme as doses a serem aplicadas. Na sequência, foram realizadas as operações de incorporação com grade intermediária e arado de aivecas (21-22/09/2018) no tratamento com preparo convencional. Para a implantação do experimento foi utilizada semeadora-adubadora de 9 linhas modelo COP CA da empresa Tatu Marchesan com espaçamento entre linhas de 0,5 m. Foi semeada a cultivar de soja exigente em fertilidade e de ciclo precoce M 5947 IPRO mantendo a população de plantas (320 mil plantas por ha). A recomendação de adubação seguiu a exigência para faixa de produtividade acima de 60 sc/ha conforme tabela do Boletim 100 do IAC, baseando-se nos valores médios na camada de 0-20 cm de profundidade no tratamento sem calagem. Os demais tratamentos culturais e controle fitossanitário foram padronizados para os dois ensaios instalados.

Quanto a prática de coinoculação, foi utilizada formulação em fase de registro no MAPA da empresa Stoller do Brasil Ltda. contendo as bactérias *Bradyrhizobium japonicum* SEMIA 5079 na concentração de 1×10^9 UFC mL⁻¹ e *Azospirillum brasilense* (cepas AbV5 e AbV6) na concentração de 1×10^7 UFC mL⁻¹, na dose recomendada de 0,5 L ha⁻¹. A aplicação dos inoculantes foi realizada através de pulverizador acoplado a semeadora-adubadora.

Os parâmetros avaliados no início do florescimento, no estágio fenológico R1 foram: número de nódulos totais (NNODT) em número planta⁻¹; massa seca nodular total (MSNOT) em mg planta⁻¹; massa seca da raiz (MSR) em g.planta⁻¹; massa seca da parte aérea (MSPA) em g.planta⁻¹.

Os resultados obtidos foram avaliados pelo teste de normalidade de Shapiro e Wilk (1965) a 5% de probabilidade. Quando diferenças significativas foram detectadas na análise de variância, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, sendo que não foi necessária a transformação dos dados. As análises foram executadas com auxílio do Software AgroEstat (Barbosa; Maldonado Junior, 2015).

Resultados e Discussão

Na Tabela 1, foram verificadas diferenças expressivas quanto a nodulação. Na média geral das doses de calcário aplicadas de acordo com o delineamento e histórico, o uso da dose de 4 t ha⁻¹ destacou-se incrementando o número de nódulos totais, sendo estatisticamente superior em relação as outras doses de calcário. Considerando a média geral dos sistemas de manejo do solo, nota-se que o plantio direto foi superior ao preparo convencional. No desdobramento das interações é possível notar a superioridade da combinação entre plantio direto e dose 4 de t ha⁻¹ de calcário promovendo maior nodulação total.

Com relação à massa seca de nódulos total, no desdobramento da interação nota-se que a dose de 4 t ha⁻¹ apresentou maior valor, diferindo estatisticamente das demais doses testadas. Já para os tratamentos principais, o plantio direto destacou-se nas 4 doses testadas, apresentando valores superiores sobre o preparo convencional do solo.

Na Tabela 2 para massa seca de raiz, considerando a média geral das doses de calcário, nota-se que a dose de 4 t ha⁻¹ foi superior estatisticamente as demais doses testadas. O acréscimo verificado com o uso dessa dosagem pode estar associada a capacidade da cultivar em crescimento de raízes na camadas mais superiores, onde é encontrada condições propícias para seu desenvolvimento e nodulação. Em relação aos manejos do solo, o plantio direto torna-se um aliado para a presente variável estudada. Ainda na Tabela 2, com relação a variável massa seca da

parte aérea, notou ganhos significativos para a dose de 4 t ha⁻¹ combinado com sistema de plantio direto.

Conclusão

O sistema de plantio direto combinado com doses intermediárias de calcário promove ganhos no desenvolvimento de plantas e aumento no desempenho simbiótico em condição de reforma de canavial.

Referências

BARBOSA, J. C.; MALDONADO JÚNIOR, W. **AgroEstat: sistema para análises estatísticas de ensaios agrônômicos**. Jaboticabal: Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, UNESP. 2015.

CONAB. **Acompanhamento da safra brasileira: grãos**. v. 5 - safra 2017/18 - n.12 - décimo segundo levantamento, set. 2018. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/safra/gaos/boletim-da-safra-de-gaos/item/download/22227_378630c35e68682d6a984ecbd43bfe1d>. Acesso em: 29 set. 2018.

GAZZONI, D.L.; DALL'AGNOL, A. **A saga da soja: de 1050 a.C. a 2050 d.c.** Brasília, DF: Embrapa, 2018. 199 p.

ZUFFO, A. M.; BRUZI, A. T.; REZENDE, P. M. de; BIANCHI, M. C.; ZAMBIAZZI, E. V.; SOARES, I. O.; VILELA, G. L. D. Morphoagronomic and productive traits of RR soybean due to inoculation via *Azospirillum brasilense* groove. **African Journal of Microbiology Research**, v. 10, p. 438-444, 2016.

Tabela 1. Nodulação (número e massa seca nodular total) avaliados no estágio fenológico R1 na cultivar de soja M5947 IPRO em experimento de longa duração sobre manejos do solo e calagem na reforma de canavial. Ribeirão Preto-SP. Ano agrícola 2018-19.

Manejo do solo (A)	¹ NNODT					MG	¹ MSNNOT				
	-----unid. planta ⁻¹ -----						-----mg planta ⁻¹ -----				
Doses de calcário t ha ⁻¹ (B)	0	2	4	6	-	0	2	4	6	-	
PD	91,79 aA	61,65 aB	89,89 aA	58,26 aB	75,40 a	278 aA	184 aB	310 aA	195 aB	241a	
PC	36,56 bA	32,77 bAB	24,13 cB	61,24 bC	38,67 b	182 bA	119 aA	151 bA	112 bB	141b	
F(A)	107,01**					12,99*					
F(B)	7,72*					56,74**					
F(C)	22,42**					5,98*					
Média Geral	128,35 A	47,21 B	57,01 AB	59,75 B	73,06	230 B	152 C	231 A	154 C	192	
CV% (A)	16,36					23,33					
CV% (B)	9,39					9,87					
CV% (C)	9,72					22,69					

Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas na coluna e maiúsculas na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. MG = média geral. PD: plantio direto. PC: preparo convencional. F (A) = manejos do solo; F (B) doses de calcário t ha⁻¹; F(C) interação manejos versus doses; I = Inoculação no sulco de semeadura com inoculante a base de *Bradyrhizobium*; C = Controle sem inoculação; NNODT =Número de nódulos totais obtidos pela

soma do número de nódulos na raiz principal + número de nódulos nas raízes secundárias; MSNOT = massa seca de nódulos totais. ¹Média de 3 plantas por repetição.

Tabela 2. Massa seca da parte aérea e da raiz avaliados no estágio fenológico R1 na cultivar de soja M 5947 em experimento de longa duração sobre manejos do solo e calagem na reforma de canavial. Ribeirão Preto-SP. Ano agrícola 2018-19.

Manejo do solo (A)	MSPA ¹				MG	MSR ¹				MG
	g planta ⁻¹					g. planta ⁻¹				
Doses de calcário t ha ⁻¹ (B)	0	2	4	6	-	0	2	4	6	-
PD	230,5 aC	289,8 aB	300,5 aA	242,4 aB	266 a	0,88 aA	0,97 aA	1,06 aB	0,91 aB	0,9 a
PC	212,6 bC	251,4 aB	289,4 bA	213,8 bB	242 b	0,85 bA	0,99 aA	0,97 bA	0,85 bB	0,8 b
F(A)			1,25**					51,61**		
F(B)			3,07**					18,68**		
F(C)			1,90**					19,97**		
Média	221,55 C	270,6 B	294,9 5 A	227,6 C	254	1,00 B	0,94 B	1,44 A	0,88 C	1,1
CV% (A)			9,80					8,09		
CV% (B)			10,97					16,83		
CV% (C)			10,55					16,40		

Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas na coluna e maiúsculas na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. MG = média geral. PD: plantio direto. PC: preparo convencional. F (A) = manejos do solo; F (B) doses de calcário t ha⁻¹; F(C) interação manejos versus doses; MSPA = massa seca da parte aérea e MSR = massa seca da raiz. ¹Média de 3 plantas por repetição.