

PRODUTIVIDADE E COMPOSIÇÃO DOS GRÃOS DE SOJA APÓS O APORTE DE NITROGÊNIO COM O USO DE CULTURAS DE COBERTURA EM SISTEMA DE SEMEADURA DIRETA

BRANCALIÃO, Sandro Roberto¹
 AGUIAR, Adriano Tosoni da Eira²
 BRANCALIÃO, Edis Moacir³
 LIMONTA, Cássia Regina⁴
 ROSSI, Carlos Eduardo⁵
 CRISTOVÃO, Nayla Nogueira⁶

Recebido em: 2013.11.08

Aprovado em: 2015.04.22

ISSUE DOI: 10.3738/1982.2278.1001

RESUMO: Na cultura de soja, a interferência de fatores bióticos e abióticos na assimilação de carbono e de nitrogênio na fase reprodutiva são os principais determinantes da produtividade de grãos, e aporte de nitrogênio em plantas de cobertura justifica esta estratégia de manejo. Com o objetivo de avaliar em sistema de semeadura direta (SSD) culturas de cobertura em rotação com a soja e a contribuição da adubação nitrogenada para a formação de palhada além do seu reflexo na produtividade e composição dos grãos da cultura da soja. Os tratamentos foram: T1: Triticale-IAC-2 (sem N em cobertura); T2:Triticale (30 kg N ha⁻¹ em cobertura); T3: Triticale (60 kg N ha⁻¹ em cobertura); T4: Chicharo (*Latyrus sativum*) e T5: Pousio no inverno. Foi implantado em 2005, no Centro Experimental Central (CEC-IAC-Santa Elisa) em Latossolo Vermelho Distroférico, um experimento em blocos ao acaso, com quatro repetições. O objetivo do presente trabalho foi estudar a influência da adubação nitrogenada nas culturas de cobertura e o acúmulo de óleo e proteína na cultura da soja, bem como sua produtividade. As medidas do teor proteína nos grãos mostram que com adição N em cobertura, ganhos em relação ao pousio para produtividade e proteína são obtidos. O pousio apresenta menor produtividade de grãos de soja, valorizando, ainda mais a importância da manutenção do solo recoberto. Devido a quatro anos de implantação do Sistema de Semeadura Direta, o uso de culturas na entressafra demonstra efetivamente diferenças positivas na produtividade de soja em relação ao pousio (somente vegetação espontânea). O fato de se conduzir bem o sistema com aporte de fitomassa seca em cobertura por outras culturas no outono-inverno, já valoriza o desenvolvimento da soja neste sistema, quando semeada no verão.

Palavras-chave: Plantio direto. Manejo. Leguminosas. Triticale. Rotação.

GRAIN YIELD AND COMPOSITION OF SOYBEAN CROP AFTER THE SUPPLY OF NITROGEN WITH THE USE OF COVER CROPS AT DIRECT SOWING

SUMMARY: At soybean production system, the interference of biotic and abiotic factors in the assimilation of carbon and nitrogen during the reproductive phase are the main determinants of grain yield and nitrogen input on cover crops justifies this management strategy. The aim of this work was evaluate at No-Tillage System (NTS), with cover-crops and a soybean rotation, the contribution of the nitrogen fertilization to the improve of the straw, the yield and soybean grain composition. The treatments were: T1: *triticum secale*-IAC-2 (Zero N); T2: *triticum secale* (30 kg N ha⁻¹ in coverage); T3: *triticum secale* (60 kg N ha⁻¹ in coverage); T4: Chicharo (*Latyrus sativum*) and T5: fallow in winter. We adjust the statical model analyzis in a design with randomized blocks and with four replications, at the Experimental Station Center (ESC-IAC-Santa Elisa) above a Oxisol. The protein amount and the measures in the grains show that with added nitrogen in gains over fallow for yield and protein are obtained. Fallow has lower productivity of soybeans, valuing, even more the importance of maintaining the soil covered. Due to four years of implementation of the direct sowing system, the use of crops in the off season effectively demonstrates positive differences in soybean yield in relation to fallow (only spontaneous vegetation). The fact that well drive the system with dry matter intake in coverage for other crops in autumn-winter, already values the development of soybean in this system, when sown in summer.

¹ Instituto Agrônômico (Centro de Cana) - Pesquisador na Área de Manejo do Solo do IAC, formado na Unesp/Jaboticabal, Mestrado e doutorado/UNESP/Botucatu e Pós-Doutor/Embrapa/Instrumentação.

² Pesquisador do Centro de Café

³ UNIESP/FAER - Professor de Biologia UNIESP.MSc em Genética e Melhoramento de Plantas.

⁴ IAC/Centro de de genética/Seção de Fitoquímica

⁵ IAC/Centro de Fitossanidade/Nematologia

⁶ Faculdade Moura Lacerda

Keywords: No-Tillage. Management. Leguminous. Triticum secale. Rotation.

INTRODUÇÃO

Na cultura de soja, a interferência de fatores bióticos e abióticos na assimilação de carbono e de nitrogênio na fase reprodutiva são os principais determinantes da produtividade de grãos. Essa é a fase em que a cultura está com elevada atividade fisiológica, alcançando a máxima taxa de assimilação de carbono e nitrogênio. A cultura da soja requer nitrogênio também via adubação, além do manejo da cobertura morta não depreciar este processo biológico na interação solo-planta, em solos argilosos (BRANCALIÃO; TOMASI, 2014).

De acordo com Nakagawa et al. (2006) a viabilidade do sistema de plantio direto é dependente de cobertura vegetal, isto é, da produção de palhada, sendo para isso necessário a implantação na entressafra de culturas que produzam boa quantidade de massa seca para permanecer sobre o solo. Em regiões de clima tropical, esta condição é dificultada em face de velocidade com que a massa vegetativa é decomposta (AITA; GIACOMINI, 2003).

Nos sistemas de manejo que utilizam plantas de cobertura, as gramíneas perenes apresentam ação agregante mais prolongada do que as leguminosas (CARPENEDO; MIELNICZUK, 1990; PALADINI; MIELNICZUK, 1991; SILVA et al., 1998), graças à presença de um sistema radicular fasciculado, mais denso, com maior contato com as partículas do solo. Segundo Borges et al. (1994), porém, as leguminosas anuais de inverno têm um efeito em curto prazo mais efetivo do que as gramíneas, pois apresentam uma relação C/N baixa, favorável à rápida decomposição microbiana. Desta forma no presente trabalho pretendeu-se compreender qual a melhor estratégia de formação de palha em rotação com a soja, proporcionando melhor rendimento de grãos, ou seja introduzir o pousio, administrar N em cobertura nas gramíneas ou uma leguminosa de inverno, em pré-safra com a cultura de maior importância econômica, a soja convencional verão.

A soja, rica em proteína e óleo, está incluída entre as cinco principais fontes protéicas, sendo também fonte calórica (18 a 22% de óleo). Devido ao elevado teor de proteína dos grãos (36 a 42%) a soja apresenta grande demanda por nitrogênio.

Os adubos verdes ou plantas de cobertura são cultivados para minimizar a erosão do solo, promover a reciclagem de nutrientes, produzirem cobertura para evitar a evaporação de água e incrementar a matéria orgânica do solo (CALEGARI, 1995).

Roselem et al. (2002) discutem o potencial das plantas de cobertura para serem utilizadas em sistemas de rotação de culturas, visando à melhoria da utilização de culturas de cobertura de outono-inverno e seu reflexo na produtividade da cultura de importância econômica, que geralmente trata-se de uma cultura de verão.

A mineralização do N da palha, assim como sua imobilização na biomassa microbiana ocorre simultaneamente no solo, e a quantidade de N do material em decomposição determinarão, em grande parte, qual das reações será predominante (LARA CABEZAS; BRANCALIÃO, 2012). Esta implicação em relação a fertilidade do solo pode resultar no maior ou menor acúmulo de compostos na planta.

Entre as inúmeras espécies de plantas que podem ser cultivadas em semeadura direta, o triticale apresenta-se como excelentes alternativas. Apresenta elevado potencial produtivo, certa tolerância à acidez do solo e boa capacidade de ciclagem e supressão de plantas daninhas, podendo ser utilizado como planta de cobertura. Com o intuito de ciclar nutrientes e poder fornecer boas características fitotécnicas

para a cultura de importância econômica (ROSOLEM et al., 2003).

Muitos autores têm noticiado o aporte de N ao solo, proveniente da fixação biológica por bactérias dos gêneros *Rhizobium* e *Bradyrhizobium*, quando se cultivam leguminosas como adubos verdes de culturas econômicas (DE-POLLI et al., 1996; BODDEY et al., 1997). Já foi observado que o uso de adubos verdes na cultura do milho substituiu a aplicação de 80 a 100 kg ha⁻¹ de N sintético (DE-POLLI; CHADA, 1989; ARAÚJO; ALMEIDA, 1993). Entretanto para soja além da fixação simbiótica, o nitrogênio aportado em pré-safra pode contribuir para esta valorização do acúmulo de proteína ou óleo no grão, dependendo do manejo empregado. Existem alguns trabalhos recentes de aporte de nitrogênio na soja, tornando-se anti-econômicos, a estratégia de manejo estuda procura melhorar a ciclagem do N em um solo com 60 % de argila, através da planta de cobertura.

O objetivo do presente trabalho foi estudar a influência da adubação nitrogenada nas culturas de cobertura e o acúmulo de óleo e proteína na cultura da soja, bem como sua produtividade.

MATERIAL E MÉTODO

O estudo foi conduzido em Latossolo Vermelho distroférrico (EMBRAPA, 2006) situado na Fazenda Experimental do Instituto Agrônomo/Centro Experimental Central/CEC-Fazenda Santa Elisa, tendo o solo sido corrigido em relação aos níveis de fertilidade em 2005, com calagem superficial na dose de 2,5 t ha⁻¹ para elevação do índice de saturação por bases a 60%. A Tabela 1 informa a caracterização química do solo em que o trabalho foi desenvolvido.

Os tratamentos em rotação com a cultura da soja foram: T1: Triticale/IAC-2-Taraska (sem N em cobertura); T2: Triticale/IAC-2-Taraska (30 kg N ha⁻¹ em cobertura); T3: Triticale/IAC-2-Taraska (60 kg N ha⁻¹ em cobertura); T4: Chicharo (*Lathyrus sativum*) e T5: Pousio no inverno. A fonte de nitrogênio utilizada para o triticale foi o Nitrato de Amônio (33% N), aplicado no pré-florescimento.

As parcelas foram de 200 metros quadrados (10 m de frente e 20 m de comprimento), o que possibilitou a semeadura e a instalação do experimento em blocos casualizados (DBC) e a semeadura totalmente mecanizada.

Tabela 1. Caracterização química do solo antes da instalação dos tratamentos.

Camadas (m)	pH	MO (g dm ⁻³)	COT (g dm ⁻³)	H+Al	CTC	V%
0-0,05	4,8	32	18	44	74	41
0,05-0,10	4,8	30	17	42	71	42
0,10-0,20	4,9	26	15	40	68	40
0,20-0,40	5,1	18	10	30	54	43

pH: acidez ativa do solo; MO: matéria orgânica; COT: carbon organic Total; H+Al: acidez potencial; CTC: capacidade de troca de cátions; V%: índice de saturação de Bases.

Primeiramente foram semeadas as plantas de Cobertura no outono inverno de 2008 e posteriormente a soja IAC-23 (cultivar convencional), em novembro na safra 2008/09. No ano anterior a quantidade de matéria seca em cobertura final, respectivamente, de fitomassa das plantas de cobertura e da soja verão, por tratamentos foi de: T1: 4,5 t/ha/ano, T1: 2,5 t/ha/ano; T2: 5,2 t/ha/ano, T2: 2,8 t/ha/ano; T3: 5,7 t/ha/ano, T3: 3,1 t/ha/ano; T4: 3,1 t/ha/ano, T4: 2,8 t/ha/ano; T5: 3,5 t/ha/ano; T5: 2,7 t/ha/ano. O histórico e caracterização das plantas daninhas em vegetação espontânea do pousio da área experimental constaram de predominantemente: capim marmelada, picão preto, falsa serralha e guanxuma.

Em seguida foram coletadas as amostras para comparação dos tratamentos. Foram determinadas para as plantas de cobertura a produção de fitomassa e recobrimento do solo e para a soja, a produtividade e teor de óleo e proteína nos grãos da soja IAC-23. As variáveis avaliadas foram analisadas pelo teste F para análise de variância e teste Student a 5% com o auxílio do programa SISVAR (Lavras).

RESULTADO E DISCUSSÃO

Na Tabela 2, verifica-se que houve um aumento do teor de proteína comparado ao triticale sem adubação de cobertura, o que implica em um provável aumento da resposta da planta de soja no acúmulo de N, nos grãos. Somente o fato de se utilizar nitrato de amônio nestas plantas foi suficiente para revelar diferenças no teor de proteínas nos grãos. No estudo realizado por Santos e Tomm., 2003, abordaram diferenças entre sistemas de manejo refletindo a adição de cobertura no acúmulo de matéria orgânica e consequentemente na sua produtividade, além do N do solo neste trabalho verificou-se também diretamente a contribuição N mineral das plantas de cobertura.

Tabela 2. Resultados dos componentes principais da soja (IAC-23), após o uso de nitrogênio em pré-safra com culturas de cobertura.

Tratamentos	Umidade (%)	M.S. (%)	Proteína (%) (%N x 5,71)	Óleo (%)
T1	8,54a	91,46a	38,90b	18,76a
T2	8,38a	91,62a	40,63a	18,21a
T3	8,96a	91,04a	40,02a	18,56a
T4	8,93a	91,07a	39,03a	18,41a
T5	8,65a	91,35a	41,01a	17,63a

T1: Triticale 0N; T2: Triticale 30N; T3: Triticale 60N; T4: **Chícharo**; T5: **Pousio**. Letras iguais não diferem entre si, segundo teste LSD, student (p < 5% de probabilidade). MS: matéria seca; % N em Proteína (%N x 6,25) e outro cálculo usual (% N x 5,71)

Pode-se destacar também através da comparação das médias com as tabelas 2 e 3 que a produtividade de massa seca (MS) das plantas de cobertura acompanhou a mesma tendência mostra diferenças significativas com a produtividade de soja, demonstrando eficiência do uso do N e a resposta das doses estudadas. Portanto se observa que o ganho em produtividade poderiam ser maiores, pois em Latossolo friável, com 60% de argila possuindo também alto poder tampão e com doses modestas em cobertura não foi possível verificar ganhos expressivos na produtividade de soja, com exceção da comparação ao pousio (T5).

Para a percentagem de umidade nos grãos, massa seca dos grãos de soja e óleo de soja, não houveram diferenças entretanto para proteína nos grãos de soja, houve diferenças com o uso da leguminosa e das plantas de cobertura com N, independente da dose comparado ao pousio.

Segundo Balabane e Plante, 2004, pode-se trabalhar com solos mais argilosos e estudar o acúmulo na retenção de cátions, mas o efeito na matéria orgânica e nas culturas sucessoras tem um efeito mais lento, devido ao 'turn over', ou seja, a baixa ciclagem nestes solos com esta classe granulométrica, o que provavelmente reflete em componentes fitotécnicos.

A importância de se respeitar o ambiente de produção de uma cultura com a soja é relatada por Zonta et al, 2006, onde neste trabalho se explica as relações interespecíficas entre solo e planta que são refletidas pelo seu sistema radicular. O triticale tem grande capacidade alelopática, e o consumo da palha

anterior foi muito grande, isto pode ter influenciado no acúmulo do N na resteva de triticale, ou seja, na fitomassa em cobertura deixada pela planta.

Na Tabela 3, houve diferenças significativas para produtividade de soja, sendo todos os tratamentos com resultados maiores que o pousio (T5), ou seja no sistema de semeadura direta, só o falto de manter um planta de cobertura no inverno já apresenta ganhos em produtividade de soja, resultantes do aporte de palha e m que a soja foi precedida.

Tabela 3. Resultados da Quantidade de Massa de Matéria Seca das Culturas de Cobertura após a Adição de N e a produtividade da Soja na Sucessão.

Tratamentos	Coberturas	MS t/ha	PRODUTIVIDADE kg/ha
Tratamento 1	Triticale 0N	2,8a	2.878a
Tratamento 2	Triticale 30N	3,1a	2.679a
Tratamento 3	Triticale 60N	3,4a	2.876a
Tratamento 4	Chícharo	2,6a	2.657a
Tratamento 5	Pousio	1,8b	1.879b
CV		9,8	8,2
DMS		0,8	830

*Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Student a 5% probabilidade

De acordo com Lemos e Farinelli, 2010, trabalhando com a cultura do feijão, o aumento do teor de proteína bruta é em função das doses crescentes de N em cobertura nos sistemas de plantio direto e de preparo convencional do solo, e no presente trabalho tal fato foi evidenciado preconizando a utilização de culturas de cobertura. O tempo para cozimento dos grãos é diminuído em função das doses de N empregadas no sistema de plantio direto em relação ao preparo convencional. Há aumento no tempo para a máxima hidratação dos grãos até a aplicação de 120 kg ha⁻¹ de N no sistema de plantio direto e no preparo convencional do solo.

Contudo dependendo do tipo de manejo e administração da adubação de base e em cobertura, o sistema plantio direto pode evoluir e consolidar-se suplantando o preparo convencional com premente apelo ambiental e conservacionista, possibilitando um melhor manejo sustentado buscando o revolvimento pelo disco de corte apenas na linha de semeadura, o que valoriza o sistema plantio direto dentro do processo produtivo, com mínima mobilização e máxima cobertura do solo.

CONCLUSÃO

As medidas do teor proteína nos grãos mostram que com adição N em cobertura, ganhos em relação ao pousio para produtividade e proteína são obtidos.

O pousio apresenta menor produtividade de grãos de soja, valorizando, ainda mais a importância da manutenção do solo recoberto.

Devido a quatro anos de implantação do Sistema de Semeadura Direta, o uso de culturas na entressafra demonstra efetivamente diferenças positivas na produtividade de soja em relação ao pousio (somente vegetação espontânea). O fato de se conduzir bem o sistema com aporte de fitomassa seca em cobertura por outras culturas no outono-inverno, já valoriza o desenvolvimento da soja neste sistema, quando semeada no verão.

REFERÊNCIAS

- AITA, C. ; GIACOMINI, S. J. . Decomposição e liberação de nitrogênio de resíduos culturais de plantas de cobertura de solo solteiras e consorciadas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo** (Impresso), VIÇOSA, v. 27, n.4, p. 601-612, 2003.
- ARAÚJO, A. P.; ALMEIDA, D. L. de. Adubação verde associada a fosfato de rocha na cultura do milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 28, n. 2, p. 245-251, fev. 1993.
- BRANCALIÃO, S.R.; TOMASI, M. **Cobertura Vegetal: Efeitos da Matéria Orgânica em Solos Argilosos**, submetidos a palhada e à aplicação de nitrogênio em sistema de Plantio Direto na Cultura da Soja. set. 2014. p. 26-28. Disponível em: www.revistacultivar.com.br .
- BORGES, D.F.et al. Recuperação da agregação pelo uso de leguminosas e gramíneas em solos Podzólicos Vermelho-Amarelo. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE MANEJO E CONSERVAÇÃO DO SOLO E DA ÁGUA, 10. Florianópolis, 1994. **Resumos...** Florianópolis, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1994. p.428.
- CALEGARI, A. **Leguminosas para adubação de verão no Paraná**. Londrina: IAPAR, 1995. 118p.
- CARPENEDO, V.;MIELNICZUK, J. Estado de agregação e qualidade de agregados de Latossolos Roxos, submetidos a diferentes sistemas de manejo. **R. Bras. Ci. Solo**, v.14, p.99-105, 1990.
- DE-POLLI, H.; CHADA, S. de S. Adubação verde incorporada ou em cobertura na produção do milho em solo de baixo potencial de produtividade. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 13, n. 3, p. 287-293, 1989.
- FARINELLI, R.; LEMOS, L.B. Produtividade, Eficiência Agronômica, Características Nutricionais e Tecnológicas do Feijão Adubado com Nitrogênio em Plantio Direto e Convencional. **Bragantia**, Campinas, v.69, n.1, p.165-172, 2010
- FERGUNSON, B.R.et al. **Fertilizer recommendations for soybeans**. University of Nebraska-Lincoln Extension, Institute of Agriculture and Natural Resources, 2007. p.1-4.
- LARA CABEZAS, W. A. R. ; BRANCALIÃO, S. R. . Avaliação técnico-econômica de milho, sorgo granífero e milheto em manejo exclusivo e consorciado com *Urocloua ruziziensis*. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo** (Impresso), v. 11, p. 1-24, 2012.
- NAKAGAWA, J. et al. Qualidade fisiológica de sementes de soja cultivada em rotação com milheto. **Rev. Bras. Sementes**, Pelotas, v. 28, n. 1, abr. 2006 .
- NELSON-SCREIBER, B. M.; SCHWEITZER, L. E. Limitations on leaf nitrate reductase activity during flowering and pod fill in soybean. **Plant Physiology**, v.80, p.454-458, 1985.
- PALADINI, F.L.S.; MIELNICZUK, J. Distribuição do tamanho dos agregados de um solo Podzólico Vermelho-Escuro afetado por sistemas de culturas. **R. Bras. Ci. Solo**, v.15, p.135-140, 1991.
- PAULETTI, V. et al. Rendimento de grãos de milho e soja em uma sucessão cultural de oito anos sob diferentes sistemas de manejo de solo e de culturas. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.33, p. 491-495, 2003.
- PEREIRA, J.A.R. **Cultivo de espécies visando a obtenção de cobertura vegetal do solo na entressafra da soja (*Glycine max* (L.) Merrill) no cerrado**. 1990. 83f. Dissertação (Mestrado em Agronomia área de concentração Agricultura) Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Botucatu.

-
- ROSOLEM, C.A.; CALONEGO, J.C.; FOLONI, J.S.S. Lixiviação de potássio da palha de coberturas de solo em função da quantidade de chuva recebida. **R. Bras. Ci. Solo**, v.27, p.355-362, 2003.
- ROSOLEM, C.A.; FOLONI, J.S.S.; TIRITAN, C.S. Root growth and nutrient accumulation in cover crops as affected by soil compaction. **Soil Till. Res.**, v.65, p.109-115, 2002.
- SANTOS, H. P.; TOMM, G. O. Disponibilidade de nutrientes e teor de matéria orgânica em função de sistemas de cultivo e de manejo de solo. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 33 n. 3,p. 477-486, 2003.
- SCHWEITZER, L.E.; HARPER, J.E. Effect of multiple factor source-sink manipulation on nitrogen and carbon assimilation by soybean. **Plant Physiology**, v.78, p.57-60, 1985.
- SFREDO, G. J.; PANIZZI, M. C. **Importância da adubação e da nutrição na qualidade da soja**. Londrina : EMBRAPA-CNPSO, 1990. 57p. (EMBRAPA-CNPSO, Documentos, 40).
- SILVA, M.L.N.et al. Estabilidade e resistência de agregados de um Latossolo Vermelho-Escuro cultivado com sucessão milho-adubo verde. **R. Agropec. Bras.**, 33:97-103, 1998.
- THIBODEAU, P.S.; JAWORSKI, E.G. Patterns of nitrogen utilization in the soybean. **Planta**, v.127, p.133-147, 1975.
- ZONTA, E.et al. da. O sistema radicular e suas interações com o ambiente edáfico. In: FERNANDES, M. S. (Ed.). **Nutrição mineral de plantas**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2006. p. 7-52.

