

**CRESCIMENTO E PRODUTIVIDADE DA SOJA EM FUNÇÃO DA SEMEADURA
CRUZADA E DA ADUBAÇÃO NITROGENADA**

Laércio Augusto Pivetta¹, Ricardo Alex Tamke¹, Ângelo Henrique Canan Korber¹, Andreas Alan Neiverth¹, Luana Patrícia Pinto², Willian Felipe Larini¹, Alfredo Júnior Paiola Albrecht¹

¹Universidade Federal do Paraná (UFPR), Setor Palotina. Departamento de Ciências Agronômicas. Rua Pioneiro, 2153, CEP: 85950-000, Bairro Jardim Dallas, Palotina, PR. E-mail: laerciopivetta@ufpr.br, ricardo.tamke@hotmail.com, angelohckorber@hotmail.com, andreasan2007@gmail.com, willian.larini@gmail.com, ajpalbrecht@ufpr.br

²Universidade Estadual do Oeste do Paraná (UNIOESTE), *Campus* Cascavel. Rua Universitária, 1619, CEP: 85819-110, Bairro Jardim Universitário, Cascavel, PR. E-mail: luana.kozak@gmail.com

RESUMO: As tecnologias de produção de grãos são continuamente atualizadas em busca do aumento de produtividade. Atualmente produtores e técnicos tem utilizado e recomendado práticas controversas como o sistema de semeadura cruzada e adubação nitrogenada na cultura da soja. Contudo, estas práticas necessitam de maior validação científica. O objetivo do trabalho foi avaliar características agronômicas da soja em semeadura cruzada com a aplicação de nitrogênio na fase vegetativa da soja. O ensaio foi conduzido em Palotina, Paraná, na safra 2014/2015. O delineamento experimental foi em blocos casualizados em esquema fatorial 2x3, sendo dois sistemas de semeadura, linhas simples e cruzadas, e três doses de N, 0, 20 e 40 kg ha⁻¹ de N, aplicados em V6. As variáveis avaliadas foram produtividade, massa de 100 grãos, altura de inserção primeira vagem, altura de plantas, número de vagem e número de ramos. A produtividade de grãos foi reduzida com a aplicação de 40 kg ha⁻¹ de N e pelo sistema de semeadura cruzada. A aplicação de 20 kg ha⁻¹ de N não acarretou em alterações da produtividade. Portanto, a semeadura cruzada e a adubação nitrogenada em cobertura no estágio V6 não são recomendadas para a cultura da soja.

PALAVRAS-CHAVE: Arranjo espacial, sistema de semeadura, nitrogênio.

**GROWTH AND PRODUCTIVITY OF SOYBEANS IN THE FUNCTION OF
CROSSED SOWING AND NITROGEN FERTILIZATION**

ABSTRACT: The technology of grain production are continually updated in pursuit of higher yields. Currently farmers and technicians have used and recommended controversial practices such as the system of crossed sowing and nitrogen fertilization in the soybean. However, these practices require adequate scientific validation. The aim of this work was to evaluate the agronomic performance of soybean under crossed sowing with nitrogen topdressing in vegetative stage. The trial was carried out in Palotina, Paraná, in the season 2014/2015. The experimental design was a randomized block in factorial arrangement 2x3, with four replications. The first factor was the simple and crossed sowing systems. The second factor was the nitrogen rates at V6 stage: 0, 20 and 40 kg ha⁻¹ of N.

The variables were grain yield, weight of 100 grains, first pod insertion height, plant height, number of pods and number of branches. The grain yield was reduced with the application of 40 kg ha⁻¹ of N and the crossed sowing system. The application of 20 kg ha⁻¹ of N did not affect the grain yield. Therefore, crossed sowing and topdressing nitrogen fertilization at V6 stage are not recommended for soybean crop.

KEY WORDS: Spatial arrangement, sowing system, nitrogen.

A soja é uma das culturas mais importantes no cenário agrícola mundial, sendo necessário a busca pelas melhores técnicas de manejo para alcançar maior produção. Por ser uma cultura altamente adaptativa aos mais variados climas, o manejo deve ser diferenciado para alcançar maior produtividade, assim, a diferenciação nos arranjos espaciais da cultura afeta diretamente diversos fatores como a velocidade do fechamento entre linhas, a patogenia, produtividade de grãos e a arquitetura das plantas (Rambo et al., 2003; Heiffig et al., 2006; Cox; Cherney; Shields, 2010; Lima et al., 2012).

A adequação do arranjo espacial de plantas é uma prática que possibilita o aumento de produtividade de grãos. Recentemente um novo sistema de arranjo espacial de plantas, chamado de semeadura cruzada, vem sendo utilizado por produtores (Silva et al., 2015). O sistema consiste em passar com a semeadora duas vezes na mesma área, em sentidos perpendiculares, formando um quadriculado de linhas de semeadura, basicamente imitando um tabuleiro de xadrez (Rodrigues; Abreu; Oliveira, 2017). Apesar dos produtores utilizarem a técnica de plantio cruzado, as publicações científicas não têm demonstrado efeitos significativos (Procópio et al., 2013; Holtz et al., 2014; Balbinot Junior, 2015; Balbinot Junior et al., 2015; Korber et al., 2017)

Segundo Bahry et al. (2014), o nitrogênio (N) é o nutriente com maior demanda na cultura da soja, principalmente na fase reprodutiva. De acordo com Campos, Hungria e Tedesco (2001) a maior parte do nutriente é destinado para os grãos, em torno de 84%, e o restante alocado nas folhas, caule e raízes, ainda ressaltam que para cada mil quilos de grãos produzidos, a soja demanda 80 kg ha⁻¹ de N.

Devido a sua importância, a soja é uma das leguminosas mais estudadas e com a tecnologia mais bem desenvolvida, sendo planta modelo para estudos sobre fixação biológica de nitrogênio (FBN). Hungria, Mendes e Mercante (2013), indicam que através da inoculação pode-se obter maior produtividade e balanço positivo de N. Saturno et al. (2017) relatam que a FBN tem sido uma grande ferramenta, todavia nos últimos anos, especulou-se a necessidade de adubação da soja com fertilizantes nitrogenados devido ao uso de genótipos mais produtivos, precoces e de crescimento indeterminado, o que pode comprometer os benefícios da FBN.

Em alguns trabalhos é possível identificar contribuições positivas da adubação nitrogenada como o de Franchini et al. (2015) que, após a aplicação de 30 kg ha⁻¹ de N

obtiveram maior massa de matéria seca e acúmulo de N na parte aérea da soja no início do ciclo de desenvolvimento, contudo, sem efeito a partir do de pleno florescimento. Gan et al. (2003) observaram aumento da produtividade em algumas variedades quando feita a aplicação foliar de 50 kg ha⁻¹ de N nos estádios V2 e R1.

Levando em consideração a necessidade de mais estudos para validar estas tecnologias, este trabalho teve como objetivo verificar se a prática da adubação nitrogenada em cobertura aumenta a produção de grãos através da análise dos aspectos agrônômicos da soja semeada em linhas cruzadas com aplicação de nitrogênio na fase vegetativa.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no município de Palotina – PR, em um Latossolo Vermelho eutroférico, com 720 g kg⁻¹ de argila e relevo suave-ondulado, com altitude de 340 m. Abaixo encontra-se a caracterização química do solo da área experimental (Tabela 1).

Tabela 1. Caracterização química do solo na camada de 0,0-0,2 m antes da instalação do experimento

pH	K	Ca	Mg	H+Al	SB	CTC
CaCl ₂	----- cmol _c dm ⁻³ -----					
5,10	0,48	5,46	1,95	4,61	7,89	12,50
V	P	Fe	Cu	Zn	Mn	C
%	----- mg dm ⁻³ -----					g dm ⁻³
63,12	22,5	11,0	3,4	6,8	162,0	21,8

H + Al: acidez potencial extraído por tampão SMP; SB: soma de bases; CTC: capacidade de troca de cátions; C: carbono orgânico; V%: saturação por bases; P, K, Cu, Zn, Fe e Mn extraídos por Mehlich-1; Ca e Mg: extraídos por KCl

A região apresenta clima subtropical, caracterizado de acordo com a classificação de Köppen como Cfa, com verões quentes e precipitações anuais entre 1200 e 2000 mm, e médias anuais de temperatura entre 17 e 19°C (Iapar, 2006). Os dados meteorológicos da área experimental durante a condução do ensaio estão apresentados na Figura 1.

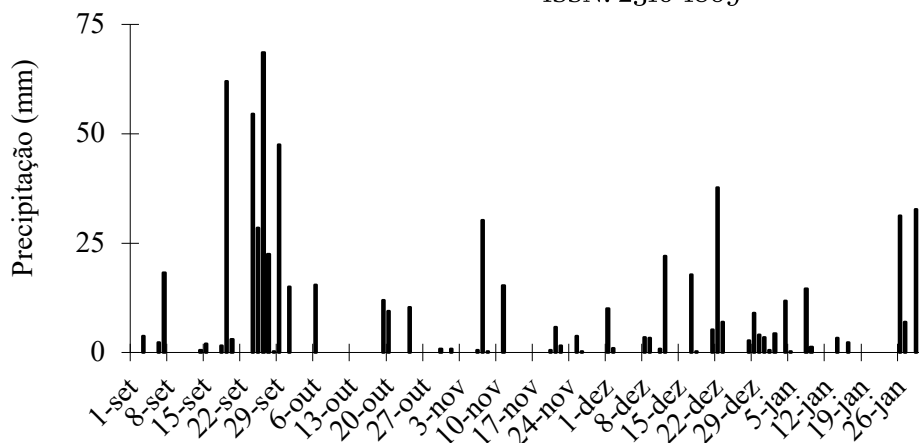


Figura 1. Precipitação acumulada e temperatura média por decêndio durante o período experimental, de setembro de 2014 a janeiro de 2015. Palotina – PR

O experimento foi delineado em blocos casualizados, com quatro repetições, em arranjo fatorial 2x3, sendo o primeiro fator os sistemas de semeadura simples e cruzado e o segundo fator doses de N em cobertura, 0, 20 e 40 kg ha⁻¹. As parcelas continham 12 m² de área (2,5 m x 4,8 m).

Foi utilizado a cultivar BRS 283 convencional, de hábito de crescimento indeterminado e grau de maturação 6.5, sendo semeada no dia 18/09/2014. A semeadura foi realizada mecanicamente com espaçamento entrelinhas de 0,45 m, população de 400 mil sementes ha⁻¹, profundidade de 5 cm e adubação no sulco de 5,8, 58,0 e 52,2 kg ha⁻¹ de N, P₂O₅ e K₂O, respectivamente. A semeadura de todo experimento foi efetuada de forma cruzada, com adubação sendo reduzida pela metade em cada passada.

Após emergência da cultura realizou-se o desbaste manual nas parcelas com o intuito da manutenção da mesma população em ambos os sistemas de semeadura, obtendo-se população final de 222.000 plantas ha⁻¹. No sistema simples foram eliminadas todas as plantas das entrelinhas. No estágio de V6 da cultura realizou-se a aplicação de nitrogênio em cobertura, sendo utilizada a ureia como fonte.

O tratamento das sementes ocorreu de forma industrial, com piraclostrobina, fipronil e tiofanato metílico (produto comercial Standak Top[®]). No momento anterior à semeadura foi feita a inoculação das sementes com inoculante líquido de nome comercial Gelfix 5[®], composto por bactérias *Bradyrhizobium elkanii*, na concentração de 5x10⁹ UFC ml⁻¹ e dose de 100 ml para cada 50 kg de sementes.

Foram avaliados altura de planta, altura da inserção da primeira vagem, número de vagens por planta, número de ramos por planta, produtividade de grãos e massa de 100 grãos.

Após a colheita, as plantas foram armazenadas em sacos e posteriormente debulhados mecanicamente, sendo as amostras identificadas, pesadas e acondicionadas em estufa com circulação forçada de ar à 70°C por 96 horas e pesadas novamente. A produtividade de grãos foi convertida em kg ha⁻¹, com umidade ajustada a 13%.

Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste F, para sistemas de semeadura, e teste de Tukey para doses de N, ambos à 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Houve interação dos fatores sistema de semeadura e doses de N para o número de vagens e ramos, massa de 100 grãos e produtividade de grãos (Tabela 2).

Tabela 2. Produtividade de grãos, número de vagens e ramos e massa de 100 grãos da soja em função de sistemas de semeadura e de adubação nitrogenada em cobertura

Doses de N	Produtividade (kg ha ⁻¹)		Ramos totais	
	Sistema de semeadura		Sistema de semeadura	
	Simples	Cruzado	Simples	Cruzado
0	3500 Aa	2642 Ab	16,4 Ba	16,4 Aa
20	3558 Aa	3100 Ab	17,8 Aa	15,8 Ab
40	2875 Ba	2944 Aa	16,9 ABa	15,8 Aa
CV(%)	9,05		4,71	
Doses de N	Número de vagens por planta		Massa 100 grãos	
0	68,5 ABa	57,3 Aa	13,7 Ab	15,9 Aa
20	75,1 Aa	56,3 Ab	15,4 Aa	14,8 Ab
40	60,4 Ba	54,9 Aa	16,0 Aa	16,4 Aa
CV(%)	12,31		9,59	

Médias seguidas por letras distintas, maiúsculas na coluna e minúsculas na linha, diferem entre si pelos testes F, para sistemas de semeadura, e Tukey para doses de N, a 5% de probabilidade.

A produtividade de grãos de soja foi afetada pelo arranjo espacial, sendo que semeadura em arranjo simples teve maior produtividade em relação à cruzada na testemunha e na dose de 20 kg ha⁻¹ de N. Já na dose de 40 kg ha⁻¹ a produtividade não se diferenciou entre os sistemas de semeadura (Tabela 2), possivelmente pela redução da produtividade causada na maior dose de N no sistema de semeadura simples. De forma geral pode-se afirmar que o

sistema cruzado reduziu a de produtividade, corroborando os trabalhos de Hirakuri et al. (2017) e Rodrigues et al. (2017). Holtz et al. (2014) e Procópio et al. (2013) verificaram ausência de ganho de produtividade com o uso da semeadura cruzada.

Segundo Balbinot Junior (2015), a semeadura cruzada não é um método adequado para se alcançar maiores produtividades de grãos, além de que a semeadura cruzada reduz o rendimento operacional pela metade, o que causa atraso na semeadura, necessitando de maiores investimentos em máquinas para realizar a semeadura dentro dos períodos indicados pelo zoneamento agrícola.

Outro aspecto relevante é que na semeadura cruzada há maior possibilidade de compactação do solo, devido ao maior tráfego de máquinas na lavoura, além de proporcionar também maior erosão do solo em áreas com maior declividade, pois metade da semeadura ocorrerá no sentido do declive (Procópio et al., 2013; Strieder et al., 2013).

Já para a adubação nitrogenada, observou-se que com 40 kg ha⁻¹ de N houve decréscimo da produtividade na semeadura simples (Tabela 2). A dose de 20 kg ha⁻¹ de N não se diferenciou da dose de 0 kg ha⁻¹ de N, apesar de ter apresentado maior número de ramos e vagens por planta no sistema de semeadura simples. Dessa forma, pode-se afirmar que a adubação nitrogenada na fase vegetativa da soja não é viável. Sinclair, Purcell e King (2007) relatam que o excesso de nitrato tem efeito negativo nos rizóbios, que são sensíveis aos mais variados fatores bióticos e abióticos, prejudicando todo o processo de fixação e provocando abortamento de estruturas reprodutivas ocasionando diferenciação do número de vagens entre as doses de N (Bahry et al., 2013b).

Para a massa de 100 grãos em relação às doses de N, observou-se que na semeadura simples o N não teve efeito, já no sistema cruzado a testemunha e a dose de 40 kg ha⁻¹ de N obtiveram massa mais elevada que a dose de 20 kg ha⁻¹ de N (Tabela 2), diferentemente do observado por Bahry et al. (2013a). Segundo os autores os tratamentos que receberam N apresentaram maior número de grãos por legume e maior massa de mil grãos quando comparados com a testemunha.

As variáveis ramos produtivos, altura de planta e altura de inserção da primeira vagem, também relacionados à produtividade, não demonstraram efeito significativo em nenhum dos tratamentos (Tabela 3).

Tabela 3. Altura total e da 1ª vagem e número de ramos produtivos da soja em função de sistemas de semeadura e de adubação nitrogenada em cobertura

Sistema	Altura 1ª vagem ^{NS}	Alt. de Plantas ^{NS}	Nº de ramos produtivos ^{NS}
Simples	6,3	66,1	4,1
Cruzado	6,4	64,4	3,6
Doses N			
0	6,4	66,2	3,8
20	6,4	64,0	4,0
40	6,5	65,7	3,7
CV(%)	11,98	3,82	11,78

CV: coeficiente de variação; NS: não significativo

Os resultados encontrados referentes à altura de planta e altura de inserção da primeira vagem também foram constatados por Bahry et al. (2013c), na qual os autores não observaram influência da aplicação de nitrogênio, independente da fonte, estágio reprodutivo ou dose aplicada nestas características morfológicas da soja.

Os resultados evidenciaram que a aplicação de nitrogênio em cobertura na fase vegetativa da soja não contribuiu para o incremento de produtividade, podendo ser até prejudicial. Além disso, trabalhos demonstram não ser economicamente viável aplicar nitrogênio na soja, levando em consideração a baixa eficiência de sua utilização pelas plantas, principalmente devido às perdas por volatilização e lixiviação (Hungria; Campos; Mendes, 2001).

Segundo Balbinot Junior (2016) a FBN pode atender satisfatoriamente as necessidades da planta, não necessitando de adubação suplementar. Por outro lado, Calonego et al. (2012) e Schefer et al. (2016) consideram a aplicação de N na soja um ponto positivo e indispensável para alcançar patamares mais elevados de produtividade.

Contudo, no estudo de Saturno et al. (2017), foi constatado que a adição de nitrogênio mineral afeta negativamente o número e a massa de nódulos da soja, o que pode comprometer a FBN e seus benefícios. Dessa maneira, a produtividade de uma lavoura é o resultado da relação harmoniosa dos mais diversos fatores bióticos e abióticos, que assim possibilitem a expressão do potencial genético de uma cultivar.

Nos últimos anos foi demonstrado que quanto maior o acúmulo de N ou a produtividade da soja, maior é a diferença entre o N acumulado na parte aérea e N proveniente da FBN (Menza et al., 2017; Ciampitti; Salvagiotti, 2018), o que pode inclusive

levar ao empobrecimento do solo em N. Contudo, quando se realiza a adubação nitrogenada na soja o que geralmente ocorre é apenas a substituição do N da FBN pelo N do fertilizante, sendo que o déficit de N tende a continuar constante. Mourtzinis et al. (2018) em uma meta análise de 5991 resultados com adubação nitrogenada na soja nos EUA, concluíram que em 93% dos casos não houve efeito da adubação.

CONCLUSÃO

A adubação com 40 kg ha⁻¹ de N em V6 e a semeadura cruzada reduzem a produtividade de grãos da soja. A aplicação de 20 kg ha⁻¹ de N em V6 não acarreta em alterações na produtividade. Dessa forma, tanto a semeadura cruzada como a adubação nitrogenada em cobertura no estágio V6 não são recomendadas para a cultura da soja.

REFERÊNCIAS

- BAHRY, C. A.; NARDINO, M.; VENSKE, E.; FIN, S. S.; ZIMMER, P. D.; SOUZA, V. Q. de.; CARON, B. O. Efeito do nitrogênio suplementar sobre os componentes de rendimento da soja em condição de estresse hídrico. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 61, n. 2, p.288-292, abr. 2014.
- BAHRY, C. A.; VENSKE, E.; NARDINO, M.; FIN, S. S.; ZIMMER, P. D.; SOUZA, V. Q. de.; CARON, B. O. Aplicação de ureia na fase reprodutiva da soja e seu efeito sobre os caracteres agronômicos. **Tecnologia & Ciência Agropecuária**, v. 7, p. 9-14, 2013a.
- BAHRY, C. A.; VENSKE, E.; NARDINO, M.; FIN, S. S.; ZIMMER, P. D.; SOUZA, V. Q. de.; CARON, B. O. Características morfológicas e componentes de rendimento da soja submetida à adubação nitrogenada. **Agrarian**, Dourados, v. 6, n. 21, p.281-288, dez. 2013b.
- BAHRY, C. A.; VENSKE, E.; NARDINO, M.; ZIMMER, P. D.; SOUZA, V. Q. de.; CARON, B. O. Desempenho agrônomo da soja em função da desfolha em diferentes estádios vegetativos. **Tecnologia e Ciência Agropecuária**, João Pessoa, v. 7, n. 4, p.19-24, dez. 2013c.
- BALBINOT JUNIOR, A. A. Nitrogênio mineral na soja integrada com a pecuária em solo arenoso. **Agro@mbiente**, Boa Vista, v. 10, n. 2, p.107-113, jul. 2016.
- BALBINOT JUNIOR, A. A. Semeadura cruzada em cultivares de soja com tipo de crescimento determinado. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 36, n. 3, p.1215-1226, jun. 2015.
- BALBINOT JUNIOR, A. A.; PROCOPIO, S. O.; COSTA, J. M.; KOSINSKI, C. L.; PANISON, F.; DEBIASI, H.; FRANCHINI, J. C. Espaçamento reduzido e plantio cruzado

associados a diferentes densidades de plantas em soja. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 36, n. 5, p.2977-2986, out. 2015.

BINOTTI, F. F. S.; ARF, O.; CARDOSO, E. D.; SÁ, M. E.; BUZETTI, S. Manejo do nitrogênio em cobertura do feijoeiro de inverno no sistema plantio direto. **Revista de Agricultura Neotropical**, Cassilândia, v. 1, n. 1, p. 58-64, set. 2014.

CALONEGO, J. C.; GIL, F. C.; ROCCO, V. F.; SANTOS, E. A. Persistência e liberação de nutrientes da palha de milho, braquiária e labe-labe. **Bioscience Journal**, v. 28, n. 5, p. 770-781, 2012.

CAMPOS, B. C.; HUNGRIA, M.; TEDESCO, V. Eficiência da fixação biológica de N₂ por estirpes de *Bradyrhizobium* na soja em plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 25, n. 3, p. 583-592, 2001.

CIAMPITI, L. A.; SALVAGIOTTI, F. New insights into soybean biological nitrogen fixation. **Agronomy Journal**, v. 110, n. 4, p. 1185–1196, 2018.

COX, W. J.; CHERNEY, J. H.; SHIELDS, E. Soybeans compensate at low seeding rate but not at high thinning rates. **Agronomy Journal**, Madison, v. 102, n. 4, p. 1238 - 1243, 2010.

FRANCHINI, J. C.; BALBINOT JUNIOR, A. A.; DEBIASI, H.; CONTE, O. Crescimento da soja influenciado pela adubação nitrogenada na cultura, pressão de pastejo e épocas de dessecação de *Urochloa ruziziensis*. **Agro@ambiente**, Boa Vista, v. 9, n. 2, p.129-135, jul. 2015.

GAN, Y.; STULEN, I.; KEULEN, H.; KUIPER, P. J. C. Effect of N fertilizer top-dressing at various reproductive stages on growth, N₂ fixation and yield of three soybean (*Glycine max* (L.) Merr.) genotypes. **Field Crops Research**, California, v. 80, p. 147-155, 2003.

HEIFFIG, L. S.; CÂMARA, G. M. S.; MARQUES, L. A.; PEDROSO, D. B.; PIEDADE, S. M. S. Fechamento e índice de área foliar da cultura da soja em diferentes arranjos espaciais. **Bragantia**, Campinas, v. 65, n. 2, p. 285-295, 2006.

HIRAKURI, M. H.; CONTE, O.; BALBINOT JUNIOR, A. A. **Análise econômica de diferentes arranjos espaciais de plantas de soja**. Londrina: Embrapa, 2017.

HOLTZ, V.; COUTO, R. F.; OLIVEIRA, D. G.; REIS, E. F. Deposição de calda de pulverização e produtividade da soja cultivada em diferentes arranjos espaciais. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 44, n. 8, p. 1371-1376, 2014.

HUNGRIA, M.; CAMPOS, R. J.; MENDES, I. C. **Fixação biológica do nitrogênio na cultura da soja**. Londrina: Embrapa, 2001.

HUNGRIA, M.; MENDES, I. C.; MERCANTE, F. M. **A fixação biológica do nitrogênio como tecnologia de baixa emissão de carbono para as culturas do feijão e da soja**. Londrina: Embrapa Soja, 2013.

IAPAR. **Cartas climáticas do Paraná**. 2006.

KORBER, A. H. C.; PINTO, L. P.; PIVETTA, L. A.; ALBRECHT, L. P.; FRIGO, K. D. A. Adubação nitrogenada e potássica em soja sob sistemas de semeadura. *Revista de Agricultura Neotropical*, Cassilândia-MS, v. 4, n. 4, p. 38-45, out./dez. 2017.

LIMA, S. F.; ALVAREZ, R. C. F.; THEODORO, G. F.; BAVARESCO, M.; SILVA, K. S. Efeito da semeadura em linhas cruzadas sobre a produtividade de grãos e severidade da ferrugem asiática da soja. *Bioscience Journal*, Uberlândia, v. 28, n. 6, p. 954-962, 2012

MENZA, N. C.; MONZON, J. P.; SPECHT, J. E.; GRASSINI, P. Is soybean yield limited by nitrogen supply? *Field Crop Res.*, v. 213, n. 1, p. 204-212, 2017.

MOURTZINIS, S. KAUR, G.; ORLOWSKI, J. M.; SHAPIRO, C. A.; LEE, C. D.; WORTMANN, C.; HOLSHOUSER, D.; NAFZIGER, E. D.; KANDEL, H.; NIEKAMP, J.; ROSS, W. J.; LOFTON, J.; VONK, J.; ROOZEBOOM, K. L.; THELEN, K. D.; LINDSEY, L. E.; STATON, M.; NAEVE, S. L.; CASTEEL, S. N.; WIEBOLD, W. J.; CONLEY, S. P. Soybean response to nitrogen application across the United States: A synthesis-analysis. *Field Crop Res.*, v. 215, n. 1, p. 74-82, 2018.

PROCÓPIO, S. O.; BALBINOT JUNIOR, A. A.; DEBIASI, H.; FRANCHINI, J. C.; PANISON, F. Plantio cruzado na cultura da soja utilizando uma cultivar de hábito de crescimento indeterminado. *Revista de Ciências Agrárias*, Belém, v. 56, n. 4, p. 319-325, 2013.

RAMBO, L.; COSTA, J. A.; PIRES, J. L. F.; PARCIANELLO, G.; FERREIRA, F. G. Rendimento de grãos da soja em função do arranjo de plantas. *Ciência Rural*, Santa Maria, v. 33, n. 3, p. 405-411, 2003.

RODRIGUES, A. R.; ABREU, M. L.; OLIVEIRA, E. dos S. Cultivo da soja em sistemas de semeadura em linhas cruzadas e convencional. *Energia na Agricultura*, São Paulo, v. 32, n. 1, p.1-8, jan. 2017.

SATURNO, D. F.; CEREZINI, P.; MOREIRA, P. da S.; OLIVEIRA, A. B. de.; OLIVEIRA, M. C. N de.; HUNGRIA, M.; NOGUEIRA, M. A. Mineral Nitrogen Impairs the Biological Nitrogen Fixation in Soybean of Determinate and Indeterminate Growth Types. *Journal of plant nutrition*, v.40, p.1690-1701, mai 2017.

SCHEFER, A.; CIPRIANI, K.; CERICATO, A.; SORDI, A.; LAJUS, C. R. Technical and economic efficiency of soybean culture submitted to nitrogen fertilizers in sowing and covering. *Revista Scientia Agraria*, Curitiba, v. 17, n. 2, p.14-20, maio 2016.

SILVA, P. R. A.; TAVARES, L. A. F.; SOUSA, S. F. G.; CORREIA, T. P. S.; RIQUETTI, N. B. Rentabilidade na semeadura cruzada da cultura da soja. *Revista Brasileira Engenharia Agrícola Ambiental*, Campina Grande, v. 19, n. 3, p.293-297, jan. 2015.

SINCLAIR, T.R.; PURCELL, L.C.; KING, C.A. Drought tolerance and yield increase of soybean resulting from improved symbiotic N₂ fixation. *Field Crops Research*, v. 101, p. 68-71, 2007.

SORATTO, R. P.; SILVA, T. R. B.; ARF, O.; CARVALHO, M. A. C. Níveis e épocas de aplicação de nitrogênio em cobertura no feijoeiro irrigado em plantio direto. **Cultura Agrônômica**, Ilha Solteira - SP, v. 10, n. 1, p. 89-99, 2001.

SOUZA, V. Q. de.; BELLE, R.; FERRARI, M.; PELEGRIN, A. J. de.; CARON, B. O.; NARDINO, M.; FOLLMANN, D. N.; CARVALHO, I. R. Componentes de rendimento em combinações de fungicidas e inseticidas e análise de trilha em soja. **Global Science and Technology**, Rio Verde, v. 8, n. 1, p.167-176, abr. 2015.

STRIEDER, M. L.; PIRES, J. L. F.; COSTAMILAN, L. M.; FAGANELLO, A.; VARGAS. L.; BERTAGNOLLI, P. F.; CORASSA, G. M. **Rendimento de grãos de soja em diferentes arranjos de planta, safra 2012/2013**. Passo Fundo: Embrapa, 2013.