

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

RICARDO ALEX
TAMKE

CRESCIMENTO E PRODUTIVIDADE DA SOJA EM FUNÇÃO DO
ARRANJO ESPACIAL DE PLANTAS E ADUBAÇÃO
NITROGENADA

PALOTINA
2015

RICARDO ALEX TAMKE

CRESCIMENTO E PRODUTIVIDADE DA SOJA EM FUNÇÃO DO
ARRANJO ESPACIAL DE PLANTAS E ADUBAÇÃO
NITROGENADA

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado como requisito para
disciplina TCC II do curso de graduação
em Agronomia, Setor de Palotina da
Universidade Federal do Paraná.

Orientador: Prof. Laércio Augusto Pivetta

PALOTINA
2015

TERMO DE APROVAÇÃO

RICARDO ALEX TAMKE

CRESCIMENTO E PRODUTIVIDADE DA SOJA EM FUNÇÃO DO ARRANJO ESPACIAL DE PLANTAS E ADUBAÇÃO NITROGENADA

Trabalho apresentado como requisito parcial à obtenção do título de agrônomo, no curso de graduação em Agronomia, pela seguinte banca examinadora:

Prof. Laércio Augusto Pivetta
Orientador – Departamento de Ciências Agronômicas
Setor Palotina, UFPR.

Prof. Augusto Vaghetti Luchese
Departamento de Ciências Agronômicas
Setor Palotina, UFPR.

Eng. Agr. Enoir Pelizzaro
Supervisor Agrônomo da C.Vale
Palotina-Pr.

Palotina, 10 de dezembro de 2015

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho e todo meu esforço a todas as pessoas que contribuíram para a minha formação acadêmica, a minha família, namorada, aos professores, e aos demais funcionários da UFPR, enfim, todos que de forma direta ou indireta contribuíram para o meu êxito.

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar agradeço a Deus pelo dom da vida.

Aos meus pais, que apesar das dificuldades enfrentadas, sempre incentivaram meus estudos.

De modo especial, à minha namorada Priscila, pela paciência e compreensão.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Laércio que dedicou muitas horas a mim.

Ao Prof. Dr. Leandro que contribuiu para este trabalho.

Aos amigos que me ajudaram nas atividades de campo e laboratório: Andrêas Neiverth, André Canan, Angelo H. Canan Korber, Augusto Tessele, Jean Trentini, Juliano Lorenzetti, Lucas Passolongo, Ruan Navarro e Renato Bieler.

Agradeço ao corpo docente da UFPR pela infinita sabedoria a nós transmitida.

A todos os funcionários que possibilitam o funcionamento UFPR.

RESUMO

O objetivo do trabalho foi avaliar características agronômicas da soja semeada em linhas cruzadas e simples com a aplicação de nitrogênio na fase vegetativa da soja. O ensaio foi conduzido em Palotina, Paraná, na safra 2014/2015. O nitrogênio foi aplicado na fase V6, na forma de ureia, nas doses: 0, 20 e 40 kg ha⁻¹. As variáveis avaliadas foram produtividade, massa de 100 grãos, altura de inserção primeira vagem, altura de plantas, número de vagem, e número de ramos. O delineamento experimental foi em blocos casualizados em esquema fatorial 2x3, com quatro repetições. Houve interação dos fatores sistema de semeadura e doses de nitrogênio para a produtividade, massa de 100 grãos, número de legumes e ramos, por planta. As demais variáveis respostas não apresentaram significância. A aplicação de nitrogênio suplementar não tem efeito positivo sobre a produtividade. Até a dose de 20 kg ha⁻¹ não teve efeito, mas com 40 kg ha⁻¹ teve redução da produção. O sistema cruzado também ocasionou redução da produção.

Palavras-chave: Semeadura cruzada, adubação de cobertura, nitrogênio.

ABSTRACT

The objective was to evaluate agronomic characteristics of soybean sown in crossed and simple lines with the nitrogen application in vegetative stage of soybean. The trial was carried out in Palotina, Paraná, in the season 2014/2015. The nitrogen was applied at the V6 stage, in the form of urea, with the following nitrogen rates: 0, 20 and 40 kg ha⁻¹. The experimental design was a randomized block in factorial arrangement, with four replications. The variables were grain yield, weight of 100 grains, first pod insertion height, plant height, number of pods and number of branches. There was interaction of the seeding system and nitrogen rates for grain yield, weight of 100 grains, number of pods and branches per plant. The other response variables were not significant. The additional nitrogen application has no positive effect on grain yield. Until the dose of 20 kg ha⁻¹ there was no effect, but with 40 kg ha⁻¹ the grain yield was reduced. The crossed lines system also led to reduced grain yield.

Keywords: crossed seeding, topdressing, nitrogen.

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 - CARACTERIZAÇÃO QUÍMICA DO SOLO NA CAMADA DE 0,0-0,2 M ANTES DA INSTALAÇÃO DO EXPERIMENTO.....	14.
TABELA 2 - PARÂMETROS AVALIADOS EM SOJA DE SEMEADURA CRUZADA E SIMPLES COM ADUBAÇÃO NITROGENADA DE COBERTURA.....	19.
TABELA 3 - PARÂMETROS AVALIADOS EM SOJA DE SEMEADURA CRUZADA E SIMPLES COM ADUBAÇÃO NITROGENADA DE COBERTURA.....	22.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO REFERENCIADA.....	10
2 OBJETIVOS.....	13
3 MATERIAL E MÉTODOS	13
3.1 DESCRIÇÃO DO LOCAL.....	14
3.2 DELINEAMENTO E TRATAMENTOS.....	15
3.3 TRATOS CULTURAIS.....	16
3.4 AVALIAÇÕES.....	17
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	19
5 CONCLUSÕES.....	23
6 REFERÊNCIAS.....	25

1 INTRODUÇÃO REFERENCIADA

A soja tem como centro de origem a China, sendo essa planta utilizada por quase três mil anos, considerada uma das cinco plantas sagradas dos chineses junto com arroz, trigo, cevada e milho. Existem registros de sua domesticação entre os séculos 12 e 11 AC na China, onde crescia nas terras baixas e úmidas, junto aos juncos, nas proximidades dos lagos e rios na China Central (HYMOWITZ e SHURTLEFF *et al.*, 2005). A partir do século 15 ocorreu a disseminação da soja em diferentes países como Japão, Indonésia, Filipinas, Nepal e Índia. Já no Brasil as mais antigas citações encontradas na literatura sobre soja se referem a experiências feitas na Bahia por Gustavo Dutra em 1882 e em Campinas no IAC por Daffert em 1892 (LEAL *et al.*, 1967).

Essa cultura ganha cada vez mais importância no cenário agrícola mundial, se tratando de matéria prima para a fabricação de diversos produtos alimentícios, é também uma das “commodities” mais destacadas na agricultura nacional e na balança comercial do país, ocupando 49% da área cultivada com grãos no Brasil em 2015 (MAPA, 2015).

Segundo a Conab (2015) nos anos 70 o cultivo era de 1,3 milhões de hectares, já na safra passada 2014/15 a área plantada foi de 31,573 milhões de hectares, com uma produção de 95,070 milhões de toneladas, gerando uma média de 3.011 kg ha⁻¹, ficando apenas atrás dos Estados Unidos em produção.

Com a busca constante de aumentar a produtividade de grãos sem a necessidade de abertura de novas áreas, surge um novo arranjo espacial de plantas, que vem sendo estudado atualmente. Essa técnica é a “semeadura cruzada” de soja, que busca uma melhor alocação das plantas na área. O sistema consiste de 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 (KERBER *et al.*, 2013).

A partir dessa técnica levanta-se a hipótese de que o maior número de plantas, a melhor distribuição espacial das plantas, melhor aproveitamento da energia solar, melhor aproveitamento dos nutrientes e água do solo, também a maior eficiência na utilização dos produtos aplicados após a emergência aumentariam a produtividade de grãos. Entretanto existe grande divergência entre os métodos utilizados nas diferentes regiões que testaram essa técnica, além da carência de trabalhos científicos no sentido de mostrar que não necessariamente o aumento da produtividade pode significar maior lucro.

O aumento da produtividade com o uso da semeadura da soja em linhas cruzadas pôde ser verificado na safra 2009/2010, em que o produtor vencedor do desafio nacional do Cesb (Comitê estratégico soja Brasil) obteve uma produção de 108,4 sacas de soja por hectare no Paraná, fazendo a utilização do método de semeadura da soja em linhas cruzadas, além de técnicas de manejo adequadas e contando com condições climáticas favoráveis (CULTIVAR *et al.*, 2010, p. 34).

Segundo Caetano *et al.* (2012, p. 40-42), a produtividade obtida pela técnica de semeadura cruzada na Bahia foi de 100,63 sacas por hectare. No município de Lucas do Rio Verde – MT, um produtor aumentou em 20% o número de plantas por hectare com semeadura cruzada, resultando em uma produtividade de 70 sacas por hectare, com 13 sacas a mais que na área convencional.

A produção de grãos da soja, tanto na cultivar de ciclo precoce como na semi-tardia, não foi afetada pela semeadura cruzada, tanto população simples como população dobrada (KERBER *et al.*, 2013). O crescimento e a produtividade de grãos da cultivar de hábito determinado BRS 294 RR não foi afetada pela semeadura cruzada, sendo que reduziu a densidade de plantas na colheita (BALBINOT JUNIOR *et al.*, 2012).

O nitrogênio é o nutriente com maior demanda na cultura da soja, principalmente na fase reprodutiva. De acordo com Hungria *et al.* (2001) a maior parte do nutriente é destinado para os grãos, em torno de 84%, e o restante alocado nas folhas, caule e raízes (HUNGRIA *et al.*, 2007). Estes autores ressaltam que para cada mil quilos de grãos produzidos, a soja demanda 80 kg ha⁻¹ de nitrogênio.

A soja se destaca entre as outras culturas por agregar mais renda aos agricultores devido aos baixos custos de produção. Isso ocorre porque é pouco comum o uso de adubação nitrogenada com fertilizantes industrializados pelos agricultores brasileiros, devido à eficiência do processo de fixação biológica de N (nitrogênio) realizado pelas bactérias do gênero *Bradyrhizobium* (AMADO *et al.*, 2010, p. 35-80). Conforme Alves *et al.* (2006) através da inoculação pode se obter alta produtividade e balanço positivo de nitrogênio no sistema, com eficiência de até 88% na fixação de nitrogênio.

Já nos Estados Unidos e na China, é muito comum a aplicação de nitrogênio em cobertura, devido que nestes países a fixação biológica de nitrogênio não é suficiente para atender as necessidades das cultivares modernas de soja, limitando produtividade (WESLEY *et al.*, 1998, p. 331-336; GAN *et al.*, 2003, p. 147-155).

Conforme Aratani *et al.* (2008, p. 31-38) a distinção dos resultados de eficiência da aplicação de nitrogênio em cobertura na soja se deve a fatores diversos, como a própria cultivar, a eficiência da simbiose, a fonte de nitrogênio utilizada, a época de semeadura, tipo de solo e fatores climáticos também devem ser considerados.

Segundo Saturno *et al.* (2012) a fixação biológica do nitrogênio tem sido uma grande ferramenta propulsora do cultivo da soja em larga escala no Brasil. Mas nos últimos anos tem sido especulado sobre a necessidade de adubação da soja com fertilizantes nitrogenados devido ao uso de novos genótipos mais produtivos, mais precoces e de hábito de crescimento indeterminado, o que pode comprometer os benefícios já consolidados da FBN.

Devido a grande importância do nitrogênio para cultura da soja, é necessária uma atualização dessas informações, verificando se a prática da adubação nitrogenada em cobertura surte algum resultado na produção de grãos, considerando áreas com potencial produtivo superior a quatro toneladas por hectare.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

O presente trabalho tem como objetivo avaliar características agronômicas da soja semeada em linhas cruzadas com a aplicação de nitrogênio na fase vegetativa da soja.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 DESCRIÇÃO DO LOCAL

O experimento foi realizado no município de Palotina-Pr, com altitude de 340 metros, em um terreno de Latossolo Vermelho eutroférico, com 72% de argila e relevo suave-ondulado. A caracterização química do solo da área experimental está apresentada na TABELA 1.

TABELA 2 - 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
<hr/>						
CaCl ₂	----- cmol dm ⁻³ -----					
5,10	0,48	5,46	1,95	4,61	7,89	12,50
<hr/>						
V	P	Fe	Cu	Zn	Mn	C
<hr/>						
%	----- 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.

Com 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.

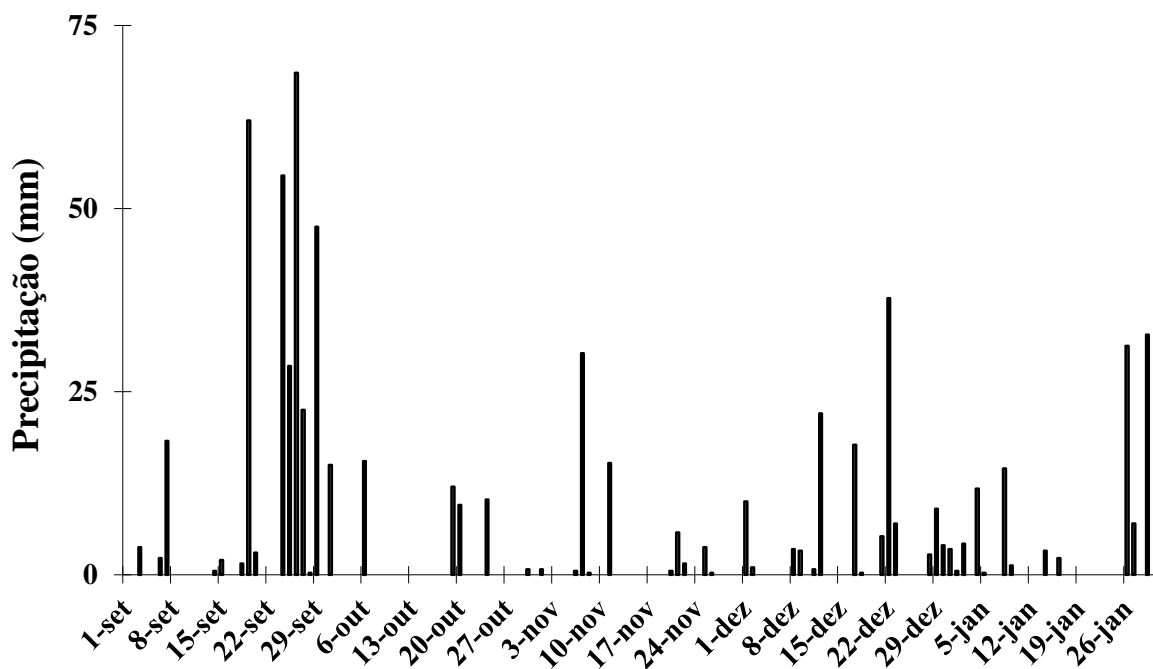


FIGURA 1 - PRECIPITAÇÃO ACUMULADA E TEMPERATURA MÉDIA POR DECÊNIO DURANTE O PERÍODO EXPERIMENTAL, DE SETEMBRO DE 2014 A JANEIRO DE 2015. PALOTINA – PR.

3.2 DELINEAMENTO E TRATAMENTOS

O experimento foi delineado em blocos ao acaso, com quatro repetições e parcelas dispostas 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 há⁻¹. As parcelas continham 12 m² de área (2,5 m x 4,8 m).

Foi utilizado a cultivar BRS 283 convencional, que confere característica de habito indeterminado, e grau de maturação 6.5 e ciclo médio de 114 dias. Sendo semeada no dia 18/09/2014. Realizou-se a semeadura de forma mecanizada com a semeadora-adubadora, com espaçamento entre linhas de 0,45 cm e 18 sementes colocadas por metro linear, e profundidade de 5 cm, adubação na base de 290 Kg de NPK 02-20-18. A semeadura de todo experimento foi efetuada de forma cruzada, com adubação e população de plantas sendo reduzida pela metade em cada passada.

Após emergência da cultura realizou-se o desbaste manual nas parcelas com o intuito de obter a mesma população, tanto nas parcelas simples, como nas cruzadas, obtendo-se uma população de 222.000 plantas/ha⁻¹. No estágio de V6 da cultura realizou-se a aplicação de nitrogênio em cobertura.

3.3 TRATOS CULTURAIS

O tratamento das sementes ocorreu de forma industrial, com piraclostrobina, fipronil e tiofanato metílico (produto comercial Standak Top[®]). Momento anterior a semeadura foi feita a inoculação da semente, em um tanque misturador, com inoculante líquido de nome comercial Gelfix 5[®], composto por bactérias *Bradyrhizobium elkanii*, na concentração de 5x10⁹ UFC ml⁻¹, com dosagem de 100 ml para cada 50 kg de sementes.

A condução dos tratos culturais da área experimental foi baseada na presença de pragas, plantas daninhas e doenças na lavoura. Ocorrendo apenas a aplicação de fungicida de forma preventiva para *Phakopsora pachyrhizi* (ferrugem asiática).

O manejo da lavoura iniciou-se antes da semeadura, com a aplicação de glifosato (Round Up[®] 2,06 L ha⁻¹) e 2,4-D (U46[®] 0,826 L ha⁻¹) antecedendo 30 dias da semeadura, também diuron + paraquate (Gramocil[®] 3,0 L ha⁻¹) antecedendo 20 dias da semeadura, para o controle de plantas daninhas.

Decorridos 25 dias após a semeadura realizou-se aplicação do herbicida fomesafem (Flex[®] 0,620 L ha⁻¹). Na semana seguinte, após 32 dias da semeadura realizou-se aplicação do herbicida cletodin (Select[®] 0,330 L ha⁻¹), também inseticidas triflumuron (Certero[®] 40 mL ha⁻¹), metomil (Lanate BR[®] 0,826 L ha⁻¹). Posteriormente aos 39 dias realizou-se novamente aplicação de Flex[®] na dose 0,620 L ha⁻¹.

Logo no início do florescimento da cultura realizou-se aplicação do fungicida protioconazol e trifloxistrobina (Fox[®] 0,4 L ha⁻¹), também os inseticidas teflubenzurom (Nomolt[®] 57,85 mL ha⁻¹) e tiametoxam e lambda cialotrina (Engeo Pleno[®] 0,7 L ha⁻¹). Já durante o enchimento de grãos realizou-se a pulverização inseticida acefato (Orthene[®] 1,033 L ha⁻¹). Por fim para uma maturação mais uniforme da cultura, realizou-se dessecação com paraquate (Gramoxone[®] 3,0 L ha⁻¹).

3.4 AVALIAÇÕES

Altura da Planta: Realizou-se a medição do solo até a última vagem superior, de 8 plantas, no final do ciclo com as plantas secas, no momento antecedente a colheita.

Altura da inserção da primeira vagem: Mensurando a altura de 8 plantas do solo até a inserção da primeira vagem, no final do ciclo com as plantas secas.

Número de vagens por planta: Realizou-se a contagem do número total de vagens de 8 plantas, e feito à média para cada parcela.

Número de ramos por planta: Contabilizou-se o número total de ramos, e o número de ramos produtivos de 8 plantas.

Produtividade (em kg ha⁻¹): A colheita foi feita manualmente no dia 24/01/2015, amostrando-se 6,3 m² centrais.

Realizou-se a colheita das plantas inteiras e as mesmas armazenadas em sacos, que posteriormente foram debulhados mecanicamente. As amostras foram identificadas, pesadas, acondicionadas em estufa com circulação forçada de ar a 70° C por 96 horas e pesadas novamente. A produtividade da parcela foi convertida em kg ha⁻¹, com umidade ajustada a 13%.

Massa de 100 grãos: Realizaram-se repetições da massa de 100 grãos que também foi secada na estufa da mesma forma em que na avaliação de produtividade, corrigido o valor para 13% de umidade, e calculada a média entre elas, para cada parcela.

Os dados serão 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 a 5% de probabilidade, utilizando o software estatístico Sisvar versão 5.3 (FERREIRA, 2000).

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

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

TABELA 2 - PARÂMETROS AVALIADOS EM SOJA DE SEMEADURA CRUZADA E SIMPLES COM ADUBAÇÃO NITROGENADA DE COBERTURA

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

O trabalho baseou-se na hipótese de que a semeadura cruzada, por ser um arranjo espacial com melhor alocação das plantas, promoveria melhor aproveitamento dos nutrientes. Ao mesmo tempo baseado em outra hipótese, de que a suplementação com nitrogênio em cobertura poderia levar a produção de grãos a patamares mais elevados.

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). Holtz *et al.* (2014) e Procópio *et al.* (2013) também verificaram ausência de ganho de produtividade com o uso da semeadura cruzada, em comparação à não cruzada.

Segundo Babolim *et al.* (2013), a semeadura cruzada não é um método com relevância para se alcançar produtividades mais altas de grãos, além de que a semeadura cruzada reduz o rendimento operacional pela metade, podendo acarretar em atraso da semeadura em grandes áreas, necessitando de maiores investimentos em máquinas para realizar a semeadura dentro dos períodos indicados pelo zoneamento agrícola. Outro aspecto é em relação à compactação do solo, onde no sistema de semeadura cruzada tende a aumentar, devido que ocorre o dobro do trânsito de máquinas na lavoura. Sendo esse um fator de grande importância, pois os casos de compactação em áreas conduzidas em plantio direto vêm aumentando nos últimos anos. Também chama a atenção que em áreas com maior declividade um dos sentidos das linhas de semeadura vai apresentar sentido contrário às curvas de nível, favorecendo assim o processo erosivo. Por fim, na semeadura cruzada há maior revolvimento do solo, o que pode favorecer a erosão e uma alta emergência de plantas daninhas nas linhas de semeadura. Além de todos estes fatores, no trabalho observa-se que a semeadura cruzada ocasionou a redução de produtividade. Devido a estas considerações é provável que essa técnica não seja utilizada em larga escala na produção de soja no Brasil.

A adubação nitrogenada teve efeito significativo na produtividade da soja, e demais parâmetros relacionados à produtividade na dose de 20 kg ha⁻¹, já a dose de 40 kg ha⁻¹ resultou em decréscimo da produtividade, apenas no componente de rendimento da soja massa de cem grãos foi significativo (TABELA 2).

Em relação à variável resposta produtividade, analisada dentro de cada dose testada, observou-se que na semeadura cruzada não ocorreu efeito do N. Já na semeadura simples a testemunha obteve o mesmo resultado que na dose 20 kg ha⁻¹, e com a dose de 40 kg ha⁻¹ houve redução da produção, evidenciando que não é viável a utilização de N. De acordo com Vargas *et al.* (1993, p. 159-182); Sinclair *et al.* (2007, p. 68-71) o excesso de nitrato pode ter efeito prejudicial em contato com os rizóbios, que são sensíveis aos mais variados fatores bióticos e abióticos, prejudicando todo o processo de fixação simbiótica de nitrogênio, resultando no desbalanço nutricional na planta, que submetida ao estresse tende ao abortamento de estruturas reprodutivas. Esta característica foi evidenciada no trabalho, pois ocorreu diferenciação do número de legumes entre as doses de N.

O número de legumes é um componente de rendimento importante para a soja, pois o mesmo é responsável por sustentar, servir como canal de translocação de fotoassimilados e proteger os grãos durante a sua formação e enchimento, até o momento da colheita. Para essa característica observou-se diferença significativa dentro do fator doses de nitrogênio, com menor número de legumes onde se aplicou 40 kg ha⁻¹ de N (TABELA 2). Não corroborando o observado por Bahry *et al.* (2011), onde independente da fonte, estágio reprodutivo ou dose de N testada foram prejudiciais à soja, pois apresentaram redução desse componente em relação a testemunha.

Conforme Queiroz *et al.* (1975); Peixoto *et al.* (2000) o número de legumes é uma variável muito expressiva nos resultados de incremento de produtividade, sendo um diferencial em situações de mudanças de população de plantas e redução de espaçamento entre linhas.

Nos resultados obtidos para a variável resposta massa de 100 grãos em relação às doses de N testadas, observou-se que na semeadura simples o N não teve efeito, já no cruzado a testemunha e a dose de 40 kg ha⁻¹ obtiveram uma massa mais elevada que a dose de 20 kg ha⁻¹ (Tabela 2), não corroborando o observado por Bahry *et al.* (2013, p. 281-288). 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. Deve-se considerar que os autores aplicaram N na fase reprodutiva da soja, já no presente trabalho a aplicação ocorreu na fase vegetativa, em v6, podendo acarretar na diferenciação de resultados.

A variável resposta ramos produtivos, também relacionados à produtividade não demonstrou efeito significativo em nenhum dos tratamentos, tanto nas doses de nitrogênio testadas bem como não variaram devido ao sistema de semeadura (TABELA 3).

TABELA 3 - PARÂMETROS AVALIADOS EM SOJA DE SEMEADURA CRUZADA E SIMPLES COM ADUBAÇÃO NITROGENADA DE COBERTURA

Sistema	Altura 1º vagem ^{NS}	Alt. De Plantas ^{NS}	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

As variáveis morfológicas alturas de planta, altura de inserção do primeiro legume, não apresentaram expressão diferencial em suas características devido às diferentes doses de nitrogênio testadas bem como não variaram devido ao sistema de semeadura (TABELA 3).

Os resultados encontrados referentes à altura de planta e altura de inserção do primeiro legume também são constatados por Bahry (2011), onde o autor não observou influência da aplicação de nitrogênio, independente da fonte, estágio reprodutivo ou dose aplicada nestas características morfológicas da soja.

Através dos resultados encontrados nesse experimento, se evidencia que a aplicação de nitrogênio em cobertura na fase vegetativa da soja não contribuiu para o incremento de produtividade, sendo até prejudicial. Além disso, muitos trabalhos demonstram não ser economicamente viável aplicar nitrogênio na soja, levando em consideração a baixa eficiência de sua utilização pelas plantas, sendo em torno de 50%, principalmente motivada por volatilização e lixiviação (HUNGRIA *et al.*, 2001; HUNGRIA *et al.*, 2007).

Para muitos autores, a fixação biológica de nitrogênio pode atender satisfatoriamente as necessidades da planta em relação a esse nutriente, não necessitando de adubação suplementar (ALVES *et al.*, 2006; HARPER *et al.*, 1999; MENDES *et al.*, 2008), por outro lado Gan *et al.* (2003); Klarmann *et al.* (2004), consideram a aplicação de N na soja um ponto positivo e indispensável para alcançar patamares mais elevados de produtividade, constatando uma relação benéfica entre a aplicação de N e o aumento da produtividade, pois sem o fornecimento de N a produtividade tende a ser menor, mesmo em casos com reinoculação da soja.

Se considera também 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 (SATURNO *et al.* 2012), resultado esse não corroborado por Rockenbach *et al.* (2010) o qual constatou que a aplicação de até 40 kg ha⁻¹ de N na semeadura da soja não afetou a nodulação e a produtividade da cultura.

Contudo 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.

5 CONCLUSÕES

A aplicação de 20 kg ha⁻¹ de N no estágio V6 da soja não melhora a produtividade.

A aplicação de 40 kg ha⁻¹ de N reduz a produtividade da soja.

A semeadura cruzada reduz a produtividade da soja.

6 REFERÊNCIAS

AMADO, T.J.C.; SCHLEINDWEIN, J.A.; FIORIN, J.E. Manejo do solo visando à obtenção de elevados rendimentos de soja sob sistema de plantio direto. In: THOMAS, A.L.; COSTA, J.A. (Eds.). **Soja: Manejo para alta produtividade de grãos**. Porto Alegre, 2010. p.35-80.

AGARIE, S.; UCHIDA, H.; AGATA, W.; KUBOTA, F.; KAUFMAN, P.T. Effects of silicon on transpiration and leaf conductance in rice plants (*Oryza sativa* L.). **Plant Prod. Science**, v.1, p.89-95. 1998.

ARATANI, R.G.; LAZARINI, E.; MARQUES, R.R.; BACKES, C. Nitrogen fertilization in soybean in no tillage system introduction. **Bioscience Journal**, v.24, n.3, p.31-38, 2008.

BAHRY, C. A. et al. Aplicação de ureia na fase reprodutiva da soja e seu efeito sobre os caracteres agronômicos. **Tecnologia & Ciência Agropecuária**, v. 7, p. 9-14, 2013.

BAHRY, Carlos André et al. Características morfológicas e componentes de rendimento da soja submetida à adubação nitrogenada. **Agrarian**, v. 6, n. 21, p. 281-288, 2013.

BAHRY, C.A. **Desempenho agrônômico da soja em função da adubação nitrogenada em diferentes estádios reprodutivos**. 2011, Ano de obtenção: 2011. 45p. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Programa de Pós Graduação em Ciência e tecnologia de Sementes, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, 2011.

BABOLIM, RCG et al. Plantio cruzado em cultivar de soja de tipo de crescimento determinado. In: **Embrapa Tabuleiros Costeiros-Artigo em anais de congresso (ALICE)**. In: JORNADA ACADÊMICA DA EMBRAPA SOJA, 8., 2013, Londrina. Resumos expandidos... Londrina: Embrapa Soja, 2013., 2013.

BALBINOT JUNIOR, A.A. et al., Avaliação do sistema de plantio cruzado da soja: cultivar de hábito determinado. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SOJA, 6, 2012, Cuiabá. **Anais...** Brasília, DF: Embrapa, 2012. 4 p.

CAETANO, M. L. et al., Semeadura cruzada: mitos e verdades. **Campo e Negócios, Uberlândia, MG**, n. 111, p. 40-42, maio 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.

CONAB (COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO). **Acompanhamento de safra brasileira: grãos, décimo levantamento**, julho 2015. Brasília: Conab, 2015. 109 p.

CULTIVAR. **Produtividade máxima**. Revista cultivar – grandes culturas, ano 12, n. 136, p. 34. 2010.

FERREIRA, D. F. Análises estatísticas por meio do Sisvar para Windows versão 4.0. In: REUNIÃO ANUAL DA REGIÃO BRASILEIRA DA SOCIEDADE INTERNACIONAL DE BIOMETRIA, 45., 2000, São Carlos. **Anais...** São Carlos: UFSCar, 2000. p. 255-258.

GAN, Y.; STULEN, I.; VAN 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**, v.80, p.147-155, 2003.

HARPER, J. **Nitrogen fixation-Limitations and Potential**. In: Harold.K. Kauffman Editor. Proceeding, World Soybeans Research Conference VI, Chicago, Illinois, 1999, p.235-243.

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.

HYMOWITZ, T.; SHURTLEFF W.R.; **Debunking Soybean Myths and Legends in the Historical and Popular Literature**. *Crop Science*. Madison, v.45, p. 473-476, March/April. 2005.

IAPAR. **Cartas climáticas do Paraná**. 2006. Disponível em: <http://200.201.27.14/Site/Sma/Cartas_Climaticas/Classificacao_Climatica.htm>. Acesso em: 23 de outubro 2015.

KERBER, Bruno Francisco. **Avaliação do método do plantio cruzado na cultura da soja na região de Planaltina-GO**. 2013. 19 f., il. Monografia (Bacharelado em Agronomia) Universidade de Brasília, Brasília, 2013.

KLARMANN, P.A. **Influência de plantas de cobertura de inverno na disponibilidade de N, fixação biológica e rendimento da soja sob sistema plantio direto.** 2004. 142 f. Dissertação (Mestrado) – Programa de PósGraduação em Ciência do Solo, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2004

Leal, J. C. 1967. Plantas da Lavoura Sul Rio-grandense. Porto Alegre, 274 p **MINISTÉRIO DE AGRICULTURA PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. Soja.** Disponível em: < <http://www.agricultura.gov.br/vegetal/culturas/soja>>. Acesso em: 6 de maio 2015.

PEIXOTO, C.P.; SOUSA CÂMARA, G.M. de.; MARTINS, M.C.; MARCHIORI, L.F.S.; GUERZONI, R.A.; MATTIAZZI, P. Épocas de semeadura e densidade de plantas de soja: I. Componentes da produção e rendimento de grãos. **Scientia Agricola.** v. 57, n.1, Piracicaba, 2000.

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.

QUEIROZ, E.F. **Efeito de época de plantio e população sobre o rendimento e outras características agrônômicas de quatro cultivares de soja.** Porto Alegre, 1975. 109 p. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

ROCKENBACH, Ana Paula; CAMPOS, Ben-Hur Costa de. INFLUÊNCIA DE DIFERENTES DOSES DE NITROGÊNIO SOBRE NODULAÇÃO E PRODUTIVIDADE DE GRÃOS DE SOJA. 2010.

SATURNO, D. F. et al. Efeito do N-mineral sobre a fixação biológica de Nitrogênio em soja: II. Cultivares com hábito de crescimento determinado. In: **Embrapa Soja- Artigo em anais de congresso (ALICE).** In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS, 30.; REUNIÃO BRASILEIRA SOBRE MICORRIZAS, 14.; SIMPÓSIO BRASILEIRO DE MICROBIOLOGIA DO SOLO, 12.; REUNIÃO BRASILEIRA DE BIOLOGIA DO SOLO, 9.; SIMPÓSIO SOBRE SELÊNIO NO BRASIL, 1., 2012, Maceió. A responsabilidade socioambiental da pesquisa agrícola: anais. Viçosa: SBCS, 2012. 4 p. Trab. 2080., 2012.

SILVA, A. F. da; CARVALHO, M.A.C. de; SCHONINGER, E.L.; MONTEIRO, S.; CAIONE, G.; SANTOS, P.A. Doses de inoculante e nitrogênio na semeadura da soja em área de primeiro cultivo. **Bioscience Journal**, v.27, n.3, p.404-412, 2011.

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.

URBEN FILHO, G.; SOUZA, P. I. M. de. **Manejo da cultura da soja sob cerrado: época, densidade e profundidade de semeadura**. In: ARANTES, N.E.; SOUZA, P.I. M. de (Ed.). Cultura da soja nos cerrados. Piracicaba: Potafos, 1993, p.267-298.

VARGAS, M. A. T.; MENDES, I. C.; SUHET, A. R. PERES, J. R. R. **Fixação biológica de nitrogênio**. In: ARANTES, N. E.; SOUSA, P. I. M. (Ed.). Cultura da soja nos cerrados. 2^a ed. Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato. Piracicaba: Potafos, 1993. p. 159-182

WESLEY, T.L.; LAMOND, R.E.; MARTIN, V.L.; DUNCAN, S.R. Effects of late-season nitrogen fertilizer on irrigated soybean yield and composition. **Journal of Production Agriculture**, v.11, p.331-336, 1998.