

Comunicação

Efeito do nitrogênio suplementar sobre os componentes de rendimento da soja em condição de estresse hídrico

Carlos André Bahry¹, Maicon Nardino², Eduardo Venske³, Silvana Spaniol Fin⁴, Paulo Dejalma Zimmer⁵,
Velci Queiróz de Souza⁶, Braulio Otomar Caron⁷

RESUMO

O nitrogênio é o nutriente exigido em maior quantidade pela soja. Sua limitação pode comprometer a produtividade final da cultura. O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito do nitrogênio suplementar nos componentes de rendimento da soja, com o uso de diferentes fontes, doses e épocas de aplicação. O ensaio foi realizado em área de lavoura, em Arroio Grande, RS. Os estádios reprodutivos em que se aplicou nitrogênio foram: R1, R3, R5.1, R5.2, R5.3, R5.4, R5.5, R6, e R7, com as fontes nitrato de amônio e amídica, nas doses de 0, 30, 60, 90 e 120 kg ha⁻¹. Analisaram-se o número de vagens, o de grãos por vagem e a massa de mil grãos, dos terços inferior, médio, superior e o total na planta, bem como a produtividade. O delineamento experimental foi o de blocos ao acaso, com três repetições. Os dados foram submetidos à análise de variância e posterior análise de regressão. As variáveis que não apresentaram interação com doses foram analisadas separadamente, pelo teste de médias, utilizando-se Tukey, a 5 % de probabilidade. A aplicação de nitrogênio na fase reprodutiva da soja influenciou positivamente alguns componentes de rendimento. No entanto, não houve aumento de produtividade, possivelmente, por causa do estresse hídrico, no qual a cultura encontrava-se.

Palavras-chave: estádios reprodutivos, fonte amídica, nitrato de amônio, doses de N.

ABSTRACT

Effect of additional nitrogen on soybean yield components in water stress condition

Nitrogen is the nutrient required in the largest amounts by soybean. Its limitation to the plants can compromise the final yield of the crop. The aim of this study was to evaluate the effect of additional nitrogen on soybean yield components through the use of different sources, doses and times of application. The study was carried out in a crop area in Arroio Grande, RS. The reproductive stages in which the nitrogen was applied were: R1; R3; R5.1; R5.2; R5.3; R5.4; R5.5; R6 and R7, via ammonium nitrate and amidic sources, in the following doses: 0, 30, 60, 90 and 120 kg ha⁻¹. The variables evaluated were: number of pods, number of grains per pod and thousand grain weight of the lower, middle and upper thirds separately and total, as well as yield. Randomized blocks were performed with three replicates. Data were subjected to variance analysis and regression analysis was applied. The variables that did not show interaction with doses were analyzed by the Tukey's multiple comparison test, at 5% probability. The application of nitrogen in the soybean reproductive stages positively influenced some yield components. However, it did not increase the yield, possibly due to water stress to which the crop was subjected.

Key words: reproductive stages, amidic source, ammonium nitrate, N doses.

Recebido para publicação em 16/08/2012 e aprovado em 23/07/2013.

¹ Engenheiro-Agrônomo, Mestre. Departamento de Fitotecnia, Universidade Federal de Pelotas, Caixa Postal 354, Centro, s/n, 96010-970, Pelotas, Rio Grande do Sul, Brasil. carlosbahry@hotmail.com (autor para correspondência).

² Engenheiro-Agrônomo. Departamento de Ciências Agronômicas e Ambientais, Universidade Federal de Santa Maria, BR 386, Km 40, Linha 7 de Setembro, s/n, 98400-000, Frederico Westphalen, Rio Grande do Sul, Brasil. nardinoagronomia@bol.com.br

³ Engenheiro-Agrônomo. Departamento de Fitotecnia, Universidade Federal de Pelotas, Caixa Postal 354, Centro, s/n, 96010-970, Pelotas, Rio Grande do Sul, Brasil. eduardo.venske@yahoo.com.br

⁴ Graduanda em Agronomia. Universidade Federal de Pelotas, Caixa Postal 354, Centro, s/n, 96010-970, Pelotas, Rio Grande do Sul, Brasil. silvana_fin@hotmail.com

⁵ Engenheiro-Agrônomo, Doutor. Departamento de Fitotecnia, Universidade Federal de Pelotas, Caixa Postal 354, Centro, s/n, 96010-970, Pelotas, Rio Grande do Sul, Brasil. dejalma@msn.com

⁶ Engenheiro-Agrônomo, Doutor. Departamento de Ciências Agronômicas e Ambientais, Universidade Federal de Santa Maria, BR 386, Km 40, Linha 7 de Setembro, s/n, 98400-000, Frederico Westphalen, Rio Grande do Sul, Brasil. velciq@gmail.com

⁷ Engenheiro-Agrônomo, Doutor. Departamento de Ciências Agronômicas e Ambientais, Universidade Federal de Santa Maria, BR 386, Km 40, Linha 7 de Setembro, s/n, 98400-000, Frederico Westphalen, Rio Grande do Sul, Brasil. otomarcaron@yahoo.com.br

INTRODUÇÃO

O nitrogênio é um componente essencial para o incremento de fitomassa das plantas (Gianello & Giasson, 2004) e, no caso da soja, é considerado o nutriente mais demandado pela cultura para a obtenção de altas produtividades (Amado *et al.*, 2010).

A maior parte da demanda de nitrogênio da soja é suprida principalmente pela fixação biológica, por meio da simbiose das plantas com bactérias do gênero *Bradyrhizobium* (Campos *et al.*, 2001; Amado *et al.*, 2010) e, o restante, por via do solo, por meio da mineralização da matéria orgânica. Segundo Hungria *et al.* (2006), a inoculação da soja com *Bradyrhizobium* é suficiente para que a cultura atingisse alta produtividade.

No entanto, alguns trabalhos, como os realizados por Gan *et al.* (2003) e Klarmann (2004), mostraram que os cultivares de soja modernos podem ter, em determinadas situações, balanço negativo de nitrogênio, em função da baixa eficiência da fixação biológica. Nesses casos, bastante comuns em condições de lavoura, os rizóbios não são capazes de fornecer todo o nitrogênio demandado pela planta, culminando com a redução de produtividade. Assim, como alternativa, a aplicação de nitrogênio em cobertura pode-se somar à fixação biológica, já que esta última não é totalmente eficiente (Alves *et al.*, 2006), maximizando o potencial produtivo da lavoura. Essa prática é amplamente adotada em países como os Estados Unidos e a China, onde o processo simbiótico é pouco eficiente, demandando o uso de nitrogênio suplementar (Gan *et al.*, 2003).

A limitação da máxima eficiência do processo de fixação de nitrogênio pelos rizóbios pode-se dar por diversos fatores bióticos e abióticos, dentre os quais o déficit ou o excesso hídrico, a baixa fertilidade e o pH do solo, a viabilidade do rizóbio, as temperaturas baixas ou elevadas e a competição com estirpes selvagens (Purcell *et al.*, 2004; Sinclair *et al.*, 2007).

Novo *et al.* (1999) verificaram que o processo simbiótico da soja cultivada no inverno ameno, em determinadas regiões do Brasil, apresentou-se limitado, por causa das temperaturas mais baixas, que prejudicaram o pleno funcionamento dos rizóbios. Nesse caso, a aplicação de nitrogênio em cobertura, na forma de ureia, contribuiu positivamente para o incremento de produtividade da soja. O mesmo resultado não foi verificado por Bahry *et al.* (2013). Segundo os autores, a aplicação de ureia em cobertura, na fase reprodutiva da soja cultivada no verão, não teve efeito positivo sobre a produtividade nem sobre qualquer componente de rendimento, vindo ao encontro do observado por Mendes *et al.* (2008).

Com base na importância do nitrogênio para a soja, este trabalho foi realizado com o objetivo de avaliar o

efeito da aplicação de nitrogênio em cobertura nos componentes de rendimento da soja, com o uso de diferentes fontes, doses e épocas de aplicação.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado em área de lavoura comercial, localizada no município de Arroio Grande, região sul do Rio Grande do Sul. Utilizou-se o cultivar CD 219 RR. As sementes foram previamente inoculadas com *Bradyrhizobium*, na forma de inoculante turfoso. A adubação de base foi realizada em linha, no ato da semeadura, seguindo-se a recomendação e o histórico da área, aplicando-se 300 kg ha⁻¹ da formulação NPK 02-20-20.

A metodologia constou de um esquema fatorial, em que a aplicação de nitrogênio foi realizada na fase reprodutiva da soja, em nove estádios, segundo escala de Fehr & Caviness (1977) e Ritchie *et al.* (1982), adaptada por Yorinori* (1996): R1 (início do florescimento), R3 (início da formação das vagens), enchimento de grãos: R5.1* (01-10%), R5.2* (11 a 25%), R5.3* (26-50%), R5.4* (51-75%), R5.5* (76-100%), R6 (grãos completamente cheios preenchendo a cavidade da vagem), e R7 (início da maturidade); com o uso de duas fontes de nitrogênio: amídica (45% de N) e nitrato de amônio (27% de N) e sob distintas doses: 0, 30, 60, 90 e 120 kg ha⁻¹.

A demarcação do ensaio, em três blocos, foi realizada quando a soja encontrava-se em V3, após a escolha da área mais uniforme da lavoura. Cada parcela tinha uma área total de 6,75 m², sendo 2,5 metros na linha e seis linhas com espaçamento de 0,45 metros entre linhas.

Do total de 30 plantas colhidas por repetição, equivalendo a 1 m² de área, foram selecionadas aleatoriamente cinco plantas, submetidas às seguintes avaliações:

a) Número de vagens nos terços inferior, médio, superior e total da planta: somatório de todas as vagens dos respectivos terços da planta de forma individual e depois realizada a soma dos três terços para compor o total de vagens da planta.

b) Número de grãos por planta: somatório do total de grãos da planta.

c) Número de grãos por vagem nos terços inferior, médio, superior e total da planta: divisão do número de grãos contabilizados em cada terço pelo respectivo número de vagens e somatório, para se obter o total de grãos por vagem da planta.

d) Massa de mil grãos nos terços inferior, médio, superior e total da planta: pesagem de todos os grãos de cada terço de forma individual e, com o valor de número de grãos do respectivo terço, feita a relação e transformação para massa de 1.000 grãos e, para o total por planta,

realizado por somatório dos três terços avaliados. Resultado expresso em gramas.

e) **Produtividade:** mensurada por meio da massa total dos grãos colhidos na área útil de cada parcela, corrigido para 12% de umidade, transformando-se o resultado para kg ha⁻¹.

Os dados foram submetidos à análise de variância. Havendo interação entre os fatores realizou-se o desmembramento aos efeitos simples. Para a interação entre os fatores qualitativos e quantitativos aplicou-se análise de regressão. Na comparação dentro e entre fatores qualitativos, os dados foram submetidos à comparação de médias, aplicando-se o teste de Tukey, ao nível 5% de probabilidade. O programa estatístico utilizado foi o SAS.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise de variância indicou que houve interação entre os fatores épocas de aplicação e doses de N para o número de vagens no terço superior e produtividade. Na análise dos fatores qualitativos, houve significância para o número de grãos por vagem no terço inferior e, também, para a massa de mil grãos no terço superior, no fator épocas de aplicação de N.

Na análise do fator fontes de N não se observou diferença entre o controle e as fontes amídica e nitrato de amônio para o número de vagens nos terços inferior (8,07), médio (9,33), superior (11,82) e no total da planta (29,21). Situação semelhante foi verificada para o número de grãos por planta (63,25), número de grãos por vagem no terço inferior (2,03), no terço médio (2,12), no terço superior (2,27), e, conseqüentemente, no número de grãos por vagem na planta (2,16).

Diferentemente do observado no presente estudo, para o número de vagens por planta, Bahry (2011) constatou que esse componente de rendimento da soja foi maior quando da aplicação de nitrato de amônio em detrimento à aplicação de fonte amídica e ao do controle, sem aplicação de nitrogênio. Segundo o mesmo autor, o número de vagens é um componente de rendimento importante para a soja, pois 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.

Da mesma forma que o observado para as variáveis respostas mencionadas anteriormente, não houve diferença entre as fontes de N e o controle para a massa de mil grãos nos terços inferior (164,54), médio (153,12), superior (152,25) e total na planta (153,92). Em reflexo à ausência de resultado para todos os componentes de rendimento da soja avaliados, a produtividade também não variou (2.135,33 kg ha⁻¹), evidenciando a falta de resposta posi-

va da soja à aplicação de diferentes fontes de N na fase reprodutiva da cultura.

Esses resultados encontram-se de acordo com os observados por Mendes *et al.* (2008), os quais, ao testarem diferentes fontes de nitrogênio em soja, não constatarem alterações nos caracteres agrônômicos da soja em função da aplicação do nutriente, o que é corroborado por Bahry *et al.* (2013).

Dentro do fator épocas de aplicação de N foi possível observar diferença entre os tratamentos para o número de grãos por vagem, no terço inferior. Observou-se que a aplicação de N no estádio R5.2 proporcionou maior número de grãos por vagem, em relação ao controle e à época de aplicação correspondente ao estádio R5.4, não havendo diferença desses últimos em relação às demais épocas (Tabela 1).

Além dessa variável, observou-se diferença entre os tratamentos para a massa de mil grãos no terço superior, em que o maior valor foi verificado quando se aplicou nitrogênio no estádio R5.2. No entanto, não houve diferença em relação às épocas de aplicação em R1, R3, R5.1, R5.3 e R5.4 (Tabela 1).

Para as demais variáveis analisadas dentro do fator épocas de aplicação de N, número de vagens no terço inferior (8,61), médio (9,45) e total na planta (29,45); número de grãos por planta (64,43); número de grãos por vagem no terço médio (2,13), superior (2,30) e total na planta (2,18); massa de mil grãos no terço inferior (161,46), no terço médio (154,21) e na planta (154,13); não se observou diferença entre os estádios reprodutivos em que se aplicou N e o controle.

De acordo como mencionado anteriormente, houve interação entre épocas de aplicação e doses de nitrogênio para o número de vagens no terço superior e para a produtividade de grãos.

Tabela 1. Análise das variáveis: número de grãos por vagem no terço inferior da planta (GVTI) e massa de mil grãos no terço superior da planta (MMILTS) em função da aplicação de nitrogênio em diferentes estádios reprodutivos da cultura da soja

Épocas de aplicação	GVTI	MMILTS (gramas)
Controle	1,96 b	150,00 b
R1	2,05 ab	153,75 ab
R3	2,13 ab	153,33 ab
R5.1	2,11 ab	152,50 ab
R5.2	2,19 a	164,17 a
R5.3	2,00 ab	156,67 ab
R5.4	1,96 b	157,08 ab
R5.5	2,00 ab	146,67 b
R6	2,09 ab	148,75 b
R7	2,07 ab	147,50 b
CV (%)	10,8	10,5

Médias seguidas por letras distintas dentro de cada fator na coluna diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Na Tabela 2 são apresentados os resultados da comparação entre épocas dentro de cada dose testada. Não foi observada diferença na ausência da aplicação de N. Na dose 30 kg ha⁻¹, a aplicação de nitrogênio na época R6 resultou em maior número de vagens no terço superior, porém, diferiu somente do número de vagens da aplicação em R5.2. Na dose 60 kg ha⁻¹, o menor número de vagens foi verificado em R5.2, diferindo apenas do de R3, R5.1 e R6. Na dose 90 kg ha⁻¹, houve diferença apenas entre as épocas R1 e R3 em relação à época R5.5, que foi menor, sendo que ambas não diferiram em relação às demais épocas de aplicação, para a mesma dose. Na dose 120 kg ha⁻¹, o resultado observado na época R3 não diferiu do de R1 e R5.5, mas diferiu em relação daquele das demais, apresentando um maior número de vagens no terço superior (Tabela 2).

Em relação à produtividade, observou-se que, além da dose zero, a dose 30 kg ha⁻¹ também não resultou em variação de produtividade, independentemente da época de aplicação. Já, na dose 60 kg ha⁻¹, houve diferença entre as épocas em que foi aplicado nitrogênio (Tabela 2), sendo que a maior produtividade, em kg ha⁻¹, foi observada quando se aplicou nitrogênio em R3, R5.1, R5.2, R5.3 e R6.

Na dose 90 kg ha⁻¹, as maiores produtividades foram verificadas quando se aplicou nitrogênio nas épocas R1, R3, R5.1 e R7. A época R3 diferiu das demais, sendo superior em produtividade. Na dose 120 kg ha⁻¹, a maior produtividade foi verificada quando se aplicou nitrogênio nas épocas R5.1, R5.2, R5.4 e R6 (Tabela 2).

Ao analisar cada época de aplicação, em função das diferentes doses aplicadas, para a variável número de vagens no terço superior, foi possível observar que houve ajuste de equação para a maior parte das épocas (R1: $y = 63,53 - 0,23x + 0,0018x^2$. $R^2 = 0,21$; R3: $y = 63,57 - 1,14x + 0,05x^2 - 0,0006x^3 - 0,0000026x^4$. $R^2 = 0,32$; R5.1: $y = 63,67 - 2,13x + 0,09x^2 - 0,0012x^3 + 0,0000047x^4$. $R^2 = 0,54$; R5.2: $y = 63,99 - 0,84x + 0,015x^2 - 0,00007x^3$. $R^2 = 0,39$; R5.4: $y = 63,71 - 0,24x + 0,0015x^2$. $R^2 = 0,34$; R5.5: $y = 63,71 - 0,32x + 0,0023x^2$. $R^2 = 0,24$; R6: $y = 63,47 - 0,063x$. $R^2 = 0,23$), com exceção da aplicação de N nos estádios R5.3 ($y = 57,50$) e R7 ($y = 58,27$). No entanto, considerando-se o baixo valor do R^2 observado nas épocas com ajuste de equação, o resultado encontrado pode ser atribuído a outros fatores não mensurados neste estudo, que contribuíram, juntamente com as diferentes doses, para a manifestação dessas diferenças encontradas.

Tabela 2. Análise da interação entre doses de nitrogênio e épocas de aplicação para as variáveis: número de vagens no terço superior (VTS) e produtividade

VTS					
Épocas	Doses (kg ha ⁻¹)				
	0	30	60	90	120
R1	63,66a	58,33ab	54,83bc	58,83a	61,16ab
R3	63,66a	56,66ab	63a	58,33a	68,66a
R5.1	63,66a	52,66ab	66,83a	53,83ab	53b
R5.2	63,66a	51b	49,33c	57,66ab	53,66b
R5.3	63,66a	57,66ab	54,83bc	53,16ab	58,16b
R5.4	63,66a	57,16ab	56,33abc	51,66ab	56,33b
R5.5	63,66a	55ab	56,83abc	49,83b	60,33ab
R6	63,66a	61a	60,66ab	56,66ab	56,33b
R7	63,66a	60,5ab	51,5bc	57,33ab	58,33b
CV (%)	13,3				
Produtividade (kg ha ⁻¹)					
Épocas	Doses (kg ha ⁻¹)				
	0	30	60	90	120
R1	2.136,4a	1.971,4a	1.941,5cd	2.208,9ab	2.096,6bc
R3	2.136,4a	2.117,8a	2.454,6a	2.596,1a	2.174,2bc
R5.1	2.136,4a	1.972,4a	2.261,5abc	2.242,4ab	2.655,8a
R5.2	2.136,4a	1.924,2a	2.109,1abc	2.080,5b	2.303,6abc
R5.3	2.136,4a	2.017,4a	2.385,4ab	1.959,2b	1.938,1c
R5.4	2.136,4a	1.856,3a	1.735,4d	2.158,9b	2.367,2ab
R5.5	2.136,4a	1.901,4a	1.904,1cd	2.159,3b	2.097,5bc
R6	2.136,4a	2.286,4a	2.240,6abc	1.930,8b	2.310,5abc
R7	2.136,4a	2.137,6a	1.999,4bcd	2.254,3ab	2.152,1bc
CV (%)	16,9				

Médias seguidas por letras distintas, dentro de cada variável, na coluna diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Quando comparadas as diferentes doses de N dentro de cada época de aplicação, em relação à produtividade de grãos, foi possível observar que não houve ajuste de equação para a maior parte das épocas de aplicação do nutriente (R1: $y = 2.070,97$; R3: $y = 2.295,85$; R5.2: $y = 2.110,75$; R5.5: $y = 2.039,75$; R6: $y = 2.170,95$; e, R7: $y = 2.135,98$), com exceção dos estádios R5.1 ($y = 1.991,95 + 4,36x$. $R^2 = 0,24$), R5.3 ($y = 2.136,42 - 46,99x + 2,24x^2 - 0,031x^3 + 0,00013x^4$. $R^2 = 0,26$) e R5.4 ($y = 2.115,32 - 11,54x + 0,12x^2$. $R^2 = 0,25$). No entanto, considerando-se o baixo R^2 ($<0,26$), pouco se explica a produtividade obtida nessas épocas em função da aplicação de nitrogênio. Esta constatação é válida para as demais épocas, já que, por não se verificar ajuste algum de equação, os valores observados de produtividade sofreram influência de outros fatores, em maior grau, quando se compara com os efeitos da aplicação de diferentes doses de nitrogênio nas diferentes épocas. Logo, pressupõem-se que a aplicação de nitrogênio não teve efeito na produtividade da soja, corroborando os dados encontrados por Mendes *et al.* (2008), Bahry (2011) e Bahry *et al.* (2013).

As equações ajustadas nos estádios R5.1, R5.3 e R5.4, que explicam aproximadamente 25% do resultado de produtividade devido ao nitrogênio, não podem, no entanto, ser atribuídas ao número de vagens no terço superior, pois, segundo observação, apenas no estádio R5.1, na dose de 60 kg ha⁻¹, houve relação positiva entre produtividade e número de vagens no terço superior. Porém, nas demais doses dentro desse estádio e nos outros estádios que tiveram ajuste de equação para produtividade, esse resultado não se confirmou.

Os índices médios de produtividade neste experimento ficaram abaixo da média estadual (RS), que é de 2,85 t ha⁻¹ (Conab, 2010). Isso foi reflexo do período de estiagem que predominou no local do experimento, comprometendo parcialmente a expressão do potencial produtivo da soja, em todos os tratamentos. Esses resultados corroboram os relatados por Purcell *et al.* (2004) e Sinclair *et al.* (2007), os quais ressaltaram que a fixação de nitrogênio pelos rizóbios pode ser limitada por diversos fatores, dentre os quais o estresse hídrico. Neste estudo, nem a fixação biológica nem a aplicação suplementar de nitrogênio na forma de fertilizante mineral, independentemente da fonte e das doses testadas, foram suficientes para reverter o quadro evidenciado na soja, sendo, neste caso, a água o fator limitante.

CONCLUSÃO

A aplicação de nitrogênio na fase reprodutiva da soja influenciou positivamente alguns componentes de rendimento, como o número de grãos por vagem, no terço inferior, e a massa de mil grãos, no terço superior da planta. No entanto, não houve aumento de produtividade, possivelmente, por causa do estresse hídrico no qual a cultura encontrava-se.

REFERÊNCIAS

- Alves BJR, Zotarelli L, Fernandes FM, Heckler JC, Macedo RAT de, Boddey RM, Jantalia CP & Urquiaga S (2006) Fixação biológica de nitrogênio e fertilizantes nitrogenados no balanço de nitrogênio em soja, milho e algodão. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 41:449-456.
- Amado TJC, Schleindwein JA & Fiorin JE (2010) Manejo do solo visando à obtenção de elevados rendimentos de soja sob sistema plantio direto. In: Thomas AL & Costa JA (Eds.) *Soja - Manejo para alta produtividade de grãos*. Porto Alegre, UFRGS. p.35-97.
- Bahry CA, Venske E, Nardino M, Fin SS, Zimmer PD, Souza VQ de & Caron BO (2013) Aplicação de ureia na fase reprodutiva da soja e seu efeito sobre os caracteres agrônômicos. *Tecnologia & Ciência Agropecuária*, 7:9-14.
- Bahry CA (2011) Desempenho agrônômico da soja em função da adubação nitrogenada em diferentes estádios reprodutivos. *Dissertação de Mestrado*. Universidade Federal de Pelotas, Pelotas. 45p.
- Campos BC, Hungria M & Tedesco V (2001) Eficiência da fixação biológica de N₂ por estirpes de *Bradyrhizobium* na soja em plantio direto. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 25:583-592.
- Conab (2010) Safras: comparativo de área, produção e produtividade. Disponível em <<http://www.conab.gov.br>>. Acessado em: 20 de julho de 2012.
- Gan Y, Stulen I, Van Keulen H & Kuiper PJC (2003) 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*, 80:147-155.
- Gianello C & Giasson E (2004) Fatores que afetam o rendimento das culturas e sistemas de cultivo. In: Bissani CA, Gianello C, Tedesco MJ & Camargo FAO (Eds.) *Fertilidade dos solos e manejo da adubação de culturas*. Porto Alegre, UFRGS. p.21-32.
- Hungria M, Campo RJ, Mendes IC & Graham PH (2006) Contribution of biological nitrogen fixation to the N nutrition of grain crops in the tropics: the success of soybean (*Glycine max* (L.) Merr.) in South America. In: Singh RP, Shankar N & Jaiwal PK (Eds.) *Nitrogen nutrition and sustainable plant productivity*. Houston, Studium. p.43-93.
- Klarmann PA (2004) Influência de plantas de cobertura de inverno na disponibilidade de N, fixação biológica e rendimento da soja sob sistema plantio direto. *Dissertação de Mestrado*. Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria. 142p.
- Mendes I de C, Reis Junior RB de, Hungria M, Sousa DMG de & Campo RJ (2008) Late supplemental nitrogen fertilization on soybean cropped in Cerrado Oxisols. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 43:1053-1060.
- Novo MCSS, Tanaka RT, Mascarenhas HAA, Bortoletto N, Gallo PB, Pereira JCVNA & Vargas ATT (1999) Nitrogênio e potássio na fixação simbiótica de N₂ por soja cultivada no inverno. *Scientia Agricola*, 56:143-155.
- Purcell LC, Rachid S, Thomas R & De A (2004) Soybean N₂ fixation estimates, ureide concentration, and yield responses to drought. *Crop Science*, 44:484-492.
- Sinclair TR, Purcell LC & King CA (2007) Drought tolerance and yield increase of soybean resulting from improved symbiotic N₂ fixation. *Field Crops Research*, 101:68-71.
- Yorinori JT (1996) Cancro da haste da soja: epidemiologia e controle. Londrina, Embrapa-CNPSo. 75p. (Circular Técnica, 14).