

Inoculação das sementes associada à adubação nitrogenada complementar na cultura da soja

Jameson Borges da Silva^{1*}; Luiz Antônio Zanão Júnior¹

¹Centro Universitário Assis Gurgacz, Colegiado de Agronomia, Cascavel, Paraná.

^{1*}jborges.agro@gmail.com

Resumo: O nitrogênio é o nutriente exigido em maior quantidade pelas plantas, pois constitui diversos elementos da célula vegetal. A soja, por exemplo, necessita de 80 kg de N, para cada tonelada de grãos produzidos. O objetivo do experimento foi avaliar os resultados dos parâmetros produtivos da cultura da soja, influenciados pela inoculação de semente associada à adubação nitrogenada complementar, a lanço e foliar. O experimento foi realizado em Assis Chateaubriand – PR, na safra de verão 2018/2019, e conduzido em delineamento em blocos casualizados, com seis tratamentos e quatro repetições. Os tratamentos foram: T1 – testemunha (ausência de inoculação e produtos nitrogenados); T2 – adição de inoculante turfoso, às sementes; T3 – adição de inoculante turfoso, às sementes, e aplicação de ureia sólida; T4 – aplicação de ureia sólida; T5 – adição de inoculante turfoso, às sementes, e aplicação de ureia diluída e T6 – aplicação de ureia diluída. Avaliou-se altura de plantas, altura de inserção da primeira vagem, número de vagens, massa de mil grãos e produtividade. Os tratamentos empregados não influenciaram na altura de plantas, altura de inserção da primeira vagem, número de vagens e massa de mil grãos, porém, o uso de N foliar apresentou maior índice em produtividade, com resultado muito próximo ao do tratamento em que se utilizou, apenas, inoculante. Portanto, evidencia-se que a inoculação é uma prática indispensável para a soja.

Palavras-chave: Nitrogênio; produtividade; inoculante.

Seed inoculation associated with complementary nitrogen fertilization in soybean crop

Abstract: Nitrogen is the nutrient most required by plants because it constitutes several elements of the plant cell. Soy, for example, needs 80 kg of N for each ton of grain produced. The objective of the experiment was to evaluate the results of soybean crop yield parameters, influenced by seed inoculation associated with supplementary nitrogen fertilization, tillage and leaf. The experiment was carried out in Assis Chateaubriand - PR, in summer 2018/2019, and conducted in a randomized block design with six treatments and four replications. The treatments were: T1 - control (absence of inoculation and nitrogen products); T2 - addition of peat inoculant to seeds; T3 - addition of peat inoculant to seeds and application of solid urea; T4 - application of solid urea; T5 - addition of peat inoculant to seeds and application of diluted urea and T6 - application of diluted urea. Plant height, first pod insertion height, number of pods, one thousand grain mass and yield were evaluated. The treatments employed did not influence plant height, first pod insertion height, number of pods and mass of one thousand grains. However, the use of leaf N showed the highest yield index, which was very close to the treatment in which it was used. Just inoculant. Therefore, it is evident that inoculation is an indispensable practice for soy.

Keywords: Nitrogen; productivity; inoculant.

Introdução

O uso de fertilizantes nitrogenados na cultura da soja é contestado por muitos pesquisadores, os quais asseguram que a Fixação Biológica de Nitrogênio (FBN) garante toda a necessidade de N às plantas. Porém, o assunto fica ainda mais polêmico quando se encontra uma possível realidade diferente no campo, haja vista que muitos produtores de soja alegam terem utilizado N, em forma complementar, e obtiveram ganho em produtividade.

Atualmente, o Brasil é o segundo maior produtor mundial de soja. Perde, apenas, para os EUA, que lideram o ranking, conforme dados da Companhia Nacional de Abastecimento – Conab (2019). Quanto à produção nacional, a Conab (2018) aponta o Mato Grosso em primeiro lugar, com 31.887,3 toneladas. Já o Paraná aparece na segunda colocação, com 19.170,5 toneladas. Fechando os três primeiros colocados aparece o Rio Grande do Sul, com produção de 17.150,3 toneladas. Dados referentes à safra 2017/2018.

Com relação à fenologia da soja, Fehr e Caviness (1977) *apud* Teixeira *et al.* (2017) propuseram a metodologia em que a planta apresenta dois estádios de desenvolvimento: (a) estádios vegetativos, representados pela letra V; e (b) estádios reprodutivos, representados pela letra R. As letras são seguidas por índices numéricos, os quais identificam o estágio específico da planta. Apenas VE, VC e VN não apresentam números, pois representam as fases de emergência, cotilédone e enésimo nó, respectivamente.

Em se tratando de exigência nutricional, conforme Taiz *et al.* (2017), o nitrogênio é o nutriente requerido em maior quantidade pelas plantas, pois atua como constituinte de diversos elementos da célula vegetal, isso inclui os ácidos nucléicos, aminoácidos e clorofila. Especificamente relacionado à soja, segundo Nogueira *et al.* (2013), para cada tonelada de grãos da oleaginosa são necessários 80 kg de nitrogênio. Lamond e Wesley (2001) destacam que o período em que a soja demanda a maior quantidade de N corresponde dos estádios R1 a R6.

De acordo com Santos Neto *et al.* (2013), os fertilizantes nitrogenados e a fixação biológica de nitrogênio atmosférico são as principais fontes que disponibilizam N à soja. Os autores afirmam, ainda, que, segundo estudos realizados em diferentes regiões onde se produz soja, mais de 80% do N presente na planta são oriundos da FBN. A fixação biológica de nitrogênio, por meio da ação de microrganismos, consiste em transformar o nitrogênio atmosférico em formas combinadas, conforme Faquin (2005), isto é, converter o nitrogênio atmosférico em amônio (NH_4^+) ou nitrato (NO_3^-), que são as formas assimiláveis pelas plantas.

Segundo Hungria, Campo e Mendes (2007), o N é fornecido à soja por meio do

estabelecimento de uma relação de simbiose entre planta e bactérias (gênero *Bradyrhizobium*), ou seja, quando a semente está em processo de germinação ocorre exsudação de moléculas, ao ponto em que algumas atraem os rizóbios, outras instigam o crescimento das bactérias na região de contato entre o solo e as raízes da planta, além de outras que são responsáveis por ativar genes da bactéria que inicia o processo de nodulação. Os autores acrescentam, ainda, que quando os genes da nodulação são ativados, a bactéria produz moléculas que ativam genes da planta hospedeira, proporcionando que o processo de nodulação permaneça.

Todavia, Novais *et al.* (2007) enfatizam que não existem evidências, em condições de campo, as quais garantem que a fixação biológica de nitrogênio é capaz de fornecer todo o N às culturas de média e alta produção. Isso porque existem diferentes aspectos que podem influenciar na atividade das bactérias fixadoras de nitrogênio. Bizarro (2004) avalia que estes fatores podem ser bióticos – sinergismo ou antagonismos envolvendo outros microrganismos existentes na microbiota do solo, ou com os próprios rizóbios – e abióticos, tais como, estrutura física do solo, nutrientes disponíveis, umidade, pH e temperatura. Outras causas também podem limitar a ação das bactérias fixadoras de N, como interferências climáticas (períodos de seca e altas temperaturas), além do uso de agroquímicos no tratamento de sementes, conforme afirmam Hungria, Nogueira e Araujo (2013).

Por conta disso, Bahry *et al.* (2013) acreditam que fornecer N por meio de fertilizantes complementares seja uma possível opção para atingir elevado rendimento produtivo da soja, quando existirem condições que afetem a fixação biológica. Hungria, Campo e Mendes (2007) apontam que mesmo que a FBN seja a principal fonte de N na cultura da soja, esta é uma forma de absorção em que a planta gasta mais energia, devido a atividade dos nódulos, enquanto que o nitrogênio do fertilizante, por ser produzido de forma já assimilável pela planta, possui absorção facilitada.

Contudo, faz-se necessário ampliar as pesquisas quanto a influência da adubação nitrogenada, seja ela sólida ou foliar, em associação à fixação biológica de nitrogênio, no que tange à altura de plantas, altura de inserção do primeiro legume, número de vagens, massa de mil grãos e rendimento produtivo, tendo em vista, de acordo com Pasini (2015), a possibilidade de resultados distintos devido a características diferentes de cultivar para cultivar, na interação entre planta e rizóbio, e da dinâmica do nitrogênio, no sistema como um todo, de região para região.

Nesta perspectiva, o objetivo do experimento foi avaliar os resultados dos parâmetros produtivos, da cultura da soja, influenciados pela inoculação de semente associada à adubação

nitrogenada complementar, a lanço e foliar.

Material e Métodos

O local da condução do experimento está situado sob as coordenadas 24°23'20.45"S e 53°32'20.60"O, com elevação de 396 m de altitude, município de Assis Chateaubriand, região Médio Oeste do Paraná. O solo é classificado como Latossolo Vermelho distroférico, conforme o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos, da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA (2018). De acordo com Aparecido *et al.* (2016), o sistema de classificação climática de Köppen-Geiger indica que o clima em toda a região Oeste do Paraná é do tipo Cfa, o qual apresenta verões quentes e possibilidade de ocorrência de geadas, durante o inverno. A precipitação pluviométrica, em média, é de 1.250 a 1.500 mm anuais.

No histórico de culturas implantadas na área, nos últimos três anos, nas safras de verão, apenas a soja foi cultivada, já na safra de inverno houve rotação de culturas, sendo aveia em 2016, trigo em 2017 e milho em 2018.

A semeadura do experimento ocorreu em 13 de setembro de 2018, utilizando a cultivar de soja Brasmax 7166RSF IPRO (Ponta), peneira 6,5. No tratamento das sementes foram utilizados os seguintes produtos: fungicida Maxim XL (Fludioxonil 25 g L⁻¹ e Metalaxil-M 10 g L⁻¹), na dose de 1 mL kg⁻¹ de sementes; inseticida Cruiser 350 FS (Tiametoxam 350 g L⁻¹), na dose de 2 mL kg⁻¹ de sementes e enraizador Radix (Nitrogênio 5,8 g L⁻¹ e Carbono orgânico total 190,5 g L⁻¹), na dose de 2 mL kg⁻¹ de sementes. A adubação de base foi realizada na dosagem de 258,27 kg ha⁻¹, com o fertilizante da marca Heringer, na formulação NPK 02-23-23 com micronutrientes (5% Ca; 0,1% Mn; 0,1% Zn; 2% SO₄) no grão, além de 0,5% de óleo.

O experimento foi conduzido em delineamento em blocos casualizados (DBC), com seis tratamentos e quatro repetições, totalizando 24 parcelas. A distribuição das sementes, em cada parcela, foi realizada em oito linhas de plantio (3 m de comprimento, cada linha), com espaçamento de 0,45 m, e regulagem para 14 sementes, finais, por metro linear. Deste modo, obteve-se, aproximadamente, 8.064 plantas, nos 259,2 m² de área experimental.

Os tratamentos empregados foram: T1 – testemunha (ausência de inoculação e aplicação com produtos nitrogenados); T2 – adição de inoculante turfoso (concentração de 5 x 10⁹ UFC mL⁻¹ de *Bradyrhizobium japonicum*), na dose de 1 g kg⁻¹ de sementes; T3 – adição de inoculante turfoso (concentração de 5 x 10⁹ UFC mL⁻¹ de *Bradyrhizobium japonicum*), na dose de 1 g kg⁻¹ de sementes, e aplicação de ureia sólida (N 45%), a lanço, na dose de 92,9 kg ha⁻¹, em estádio R2; T4 – aplicação de ureia sólida (N 45%), a lanço, na dose de 92,9 kg ha⁻¹,

em estágio R2; T5 – adição de inoculante turfoso (concentração de 5×10^9 UFC mL⁻¹ de *Bradyrhizobium japonicum*), na dose de 1 g kg⁻¹ de sementes, e aplicação de ureia (N 45%), diluída em água, via foliar, na dose de 5,5 kg ha⁻¹, em estágio R2 e T6 – aplicação de ureia (N 45%), diluída em água, via foliar, na dose de 5,5 kg ha⁻¹, em estágio R2.

Para a inoculação da semente foi utilizada uma solução açucarada a 10%, para aumentar a aderência do inoculante às sementes. O procedimento foi realizado em ambiente sombreado, minutos antes da semeadura. A aplicação de ureia sólida (N 45%) ocorreu no dia 14 de novembro de 2018 (plantas em estágio R2), a lanço, de forma manual, horas após ter ocorrido precipitação pluviométrica de 48 mm. Após a aplicação, o tempo permaneceu instável, com ocorrência de algumas pancadas de chuva. Já para a aplicação de ureia (N 45%), diluída em água, via foliar, utilizou-se um pulverizador costal de 20 L. Este procedimento foi realizado no dia 15 de novembro de 2018 (plantas em estágio R2).

Quanto ao manejo na área experimental, as ervas daninhas foram retiradas de forma manual, durante todo o ciclo. Para o controle de pragas e doenças foram realizadas três aplicações, com defensivos agrícolas. A primeira aconteceu no dia 29 de outubro de 2018, com os fungicidas Elatus (Azoxistrobina 300 g kg⁻¹ e Benzovindiflupir 150 g kg⁻¹), na dose de 206,61 g ha⁻¹ e Cypress 400 EC (Ciproconazol 150 g L⁻¹ e Difenconazol 250 g L⁻¹), na dose de 206,61 mL ha⁻¹; biorregulador Stimulate (Ácido 4-indol-3-ilbutírico 0,05 g L⁻¹, Ácido giberélico 0,05 g L⁻¹ e Cinetina 0,09 g L⁻¹), na dose de 247,93 mL ha⁻¹ e o adjuvante Rumba (Éster metílico de óleo de soja 765 g L⁻¹) na dose de 413,22 mL ha⁻¹.

A segunda aplicação foi realizada no dia 17 de novembro de 2018, com o fungicida Cronnos (Mancozebe 400 g L⁻¹, Picoxistrobina 26,66 g L⁻¹ e Tebuconazol 33,33 g L⁻¹), na dose de 2,27 L ha⁻¹; inseticida Galil (Bifentrina 50 g L e Imidacloprido 250 g L⁻¹), na dose de 330,58 mL ha⁻¹ e o adjuvante Rumba (Éster metílico de óleo de soja 765 g L⁻¹), na dose de 413,22 mL ha⁻¹.

A terceira e última aplicação ocorreu no dia 06 de dezembro de 2018, na qual utilizou-se o fungicida Priori Xtra (Azoxistrobina 200 g L⁻¹ e Ciproconazol 80 g L⁻¹), na dose de 330,58 mL ha⁻¹, associado ao Difere (Equivalente em cobre metálico 350 g L⁻¹ e Oxicloreto de cobre 588 g L⁻¹), na dose de 537,19 mL ha⁻¹; o inseticida Engeo Pleno S (Lambda-Cialotrina 106 g L⁻¹ e Tiametoxam 141 g L⁻¹), na dose de 247,93 mL ha⁻¹ e o adjuvante Rumba (Éster metílico de óleo de soja 765 g L⁻¹), na dose de 413,22 mL ha⁻¹.

No decorrer do ciclo, alguns fatores climáticos interferiram no desenvolvimento da cultura. O dia 21 de outubro de 2018, na região de Assis Chateaubriand, foi marcado pela ocorrência de chuva de granizo, que, em algumas localidades, provocou danos mais

significativos. A área experimental foi medianamente afetada, pois as plantas (em estágio V6) sofreram danos mais expressivos nas folhas jovens.

Após a semeadura do experimento, não houve déficit de umidade no solo, pois choveu regularmente durante 75 dias. No acumulado desse período foram registrados 473 mm, com média de, aproximadamente, 6,3 mm por dia. No entanto, a estiagem castigou a região, no mês de dezembro. No local da área experimental foram registrados 24 dias sem chuvas significativas. Com 12 dias já era possível ver sintomas de déficit hídrico, principalmente, no terço inferior das plantas, devido a quantidade de folhas cloróticas.

A chuva só normalizou a partir do dia 24 de dezembro, quando foram marcados 25 mm. Desta data até o dia da colheita foram registrados mais 108 mm. Média de 6,9 mm por dia, aproximadamente. O acumulado pluviométrico, durante o ciclo total do experimento, foi de 581 mm.

A estiagem provocou o adiantamento da colheita, em alguns dias, realizada no dia 09 de janeiro de 2019, com 112 dias após a emergência. Isso, considerando as características da cultivar “Ponta”, que apresenta ciclo precoce – de 120 a 125 dias, o que pode variar de uma região para outra. Todo o procedimento de colheita foi realizado manualmente. De cada unidade experimental foram colhidas quatro linhas centrais, com um metro de comprimento cada, ao centro, respeitando os espaçamentos das bordaduras, no entorno da área útil colhida.

Após a colheita, para avaliar os parâmetros de produção, foi utilizada a seguinte metodologia: dez plantas foram escolhidas, ao acaso, por parcela, e de cada uma delas foram determinadas as medidas de altura (cm), do nível do solo ao ápice da planta; altura (cm) do nível do solo à inserção da primeira vagem e quantidade de vagens. A massa (g) de mil grãos foi determinada por meio da escolha, ao acaso, de 250 grãos, por repetição. Com relação ao peso (g) total de cada tratamento, este foi obtido pela somatória dos pesos individuais, de cada repetição, e, posteriormente, convertido em produtividade (kg ha^{-1}).

Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e as médias comparadas por meio do teste de Tukey, a 5% de significância, com auxílio do programa estatístico ASSISTAT (SILVA e AZEVEDO, 2016).

Resultados e discussão

Conforme apresentado na Tabela 1 observa-se que os dados referentes aos parâmetros de altura da planta, inserção da primeira vagem, número de vagens e massa de mil grãos não diferiram estatisticamente, entre si, em função dos tratamentos.

Tabela 1 – Altura da planta (AP), inserção da primeira vagem (IPV), número de vagens (NV) e massa de mil grãos (MMG) da soja, em função da inoculação das sementes associada à adubação nitrogenada complementar na cultura da soja. Assis Chateaubriand – PR, 2019.

Tratamentos	AP (cm)	IPV (cm)	NV	MMG (g)
T1	61,35 a	10,30 a	45,08 a	30,75 a
T2	66,48 a	10,10 a	55,20 a	34,25 a
T3	58,20 a	8,90 a	50,65 a	31,25 a
T4	63,93 a	8,93 a	58,23 a	30,50 a
T5	60,93 a	10,03 a	51,60 a	30,25 a
T6	67,18 a	8,98 a	55,23 a	31,50 a
CV (%)	6,90	9,35	13,02	6,55
DMS	9,98	2,05	15,75	4,73

Médias seguidas pelas mesmas letras, nas colunas, não diferem significativamente entre si, ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey. T1 – testemunha; T2 – adição de inoculante turfoso (*Bradyrhizobium japonicum*), às sementes; T3 – adição de inoculante turfoso (*Bradyrhizobium japonicum*), às sementes, e aplicação de ureia sólida (N 45%), a lanço, em estágio R2; T4 – aplicação de ureia sólida (N 45%), a lanço, em estágio R2; T5 – adição de inoculante turfoso (*Bradyrhizobium japonicum*), às sementes, e aplicação de ureia (N 45%), diluída em água, via foliar, em estágio R2; T6 – aplicação de ureia (N 45%), diluída em água, via foliar, em estágio R2.

Em relação à altura de plantas e inserção da primeira vagem, os resultados confirmam o que Bahry *et al.* (2013) avaliaram, quando tais variáveis morfológicas não expressaram diferenças em suas características depois de submetidas a diferentes fontes de N, aplicadas em diferentes estádios reprodutivos. Pasini (2015) verificou, também, que não houve diferença expressiva para inserção da primeira vagem, após aplicação de diferentes doses de nitrogênio. Já Perusso (2014), avaliando doses de 22,5 e 45 kg ha⁻¹ de N em cobertura, aplicadas no florescimento, verificou que foram favoráveis à altura das plantas. Todavia, o mesmo autor constatou que se aplicando doses de 67,5 e 90 kg ha⁻¹ de N as plantas não apresentaram incremento na altura, se comparadas às que não receberam N em cobertura.

Quanto ao número de vagens, os efeitos foram semelhantes aos analisados por Pereira *et al.* (2018), os quais salientam que os tratamentos apresentaram valores maiores para o número de legumes, em relação à testemunha, mas sem diferença estatística. Diferente do observado neste experimento, quando as aplicações de N, em forma sólida ou líquida, foram realizadas em R2, Buratto *et al.* (2018) concluíram que houve aumento no número de vagens, devido a aplicação de N foliar junto ao inoculante, nas épocas R1 e R3, em relação a ausência de inoculante. Bahry (2011) notou que aplicações de nitrato de amônio proporcionaram incremento significativo no número de legumes por planta de soja.

Com relação a massa de mil grãos, os dados corroboram aos observados por Hilgert *et al.* (2018), os quais ponderam que aplicações de N, em cobertura, não surtiram efeito significativo, tanto associadas à inoculação, quanto na ausência de inoculação, com

Bradyrhizobium japonicum. Entretanto, Bernis e Viana (2015) verificaram incremento na massa de mil grãos, quando realizada aplicação de N foliar, principalmente nos estádios reprodutivos. Assim como Marcon *et al.* (2017), que conferiram aumento na densidade de mil grãos, quando aplicado N, sólido ou líquido, independente do estágio reprodutivo.

Conforme os dados da Tabela 2, em se tratando de produtividade, observamos que os seis tratamentos reagiram de formas distintas e todos se diferiram entre si, isto é, apresentaram acréscimo de produção, em relação à testemunha.

Tabela 2 – Produtividade da soja, em função da inoculação das sementes associada à adubação nitrogenada complementar na cultura da soja. Assis Chateaubriand – PR, 2019.

Tratamentos	Produtividade (kg ha ⁻¹)
T1	2936,11 f
T2	3477,77 b
T3	3113,88 e
T4	3359,72 c
T5	3226,38 d
T6	3597,22 a
CV (%)	0,75
DMS	10.18772

Médias seguidas de letras diferentes, nas colunas, diferem entre si, ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey. T1 – testemunha; T2 – adição de inoculante turfoso (*Bradyrhizobium japonicum*), às sementes; T3 – adição de inoculante turfoso (*Bradyrhizobium japonicum*), às sementes, e aplicação de ureia sólida (N 45%), a lanço, em estágio R2; T4 – aplicação de ureia sólida (N 45%), a lanço, em estágio R2; T5 – adição de inoculante turfoso (*Bradyrhizobium japonicum*), às sementes, e aplicação de ureia (N 45%), diluída em água, via foliar, em estágio R2; T6 – aplicação de ureia (N 45%), diluída em água, via foliar, em estágio R2.

Ao considerar a associação entre adubação nitrogenada e inoculação, T3 e T5 apresentaram redução em quilos por hectare, se comparados ao T2, no qual houve, apenas, inoculação. Dados estes que aprovam o que Hungria, Campo e Mendes (2007) relatam quanto à influência da adubação nitrogenada à nodulação de rizóbios, ou seja, segundo os autores, qualquer fonte de N afeta, de forma significativa, a nodulação e a eficiência da fixação biológica de nitrogênio. Contrário a isso, Pereira *et al.* (2018) observaram que houve aumento significativo no número de nódulos em plantas, após aplicação de N em cobertura, em estágio V2, e N foliar em plantas nos estádios R1 e R2, quando comparadas as que não receberam adubação suplementar de N.

Observou-se que o tratamento em que se realizou a aplicação de ureia diluída em água, via foliar, na dose de 5,5 kg ha⁻¹, apresentou o melhor desempenho em produtividade: 661,11 kg ha⁻¹ a mais do que a testemunha e 119,45 kg ha⁻¹ a mais do que o tratamento que recebeu, apenas, a inoculação. Os dados condizem ao que Bernis e Viana (2015) constataram, que a aplicação de N via foliar, em estádios reprodutivos, proporcionou incremento de

produtividade, em relação à testemunha, que não recebeu inoculação, nem adubação nitrogenada complementar.

Pereira *et al.* (2018) também enfatizam o aumento de produtividade com a adubação suplementar de N, via folhas, com acréscimo de 14,16 sacas por hectare, em aplicação durante estágio vegetativo (V2), e de 9,2 sacas por hectare, com aplicação no início do estágio reprodutivo (R1). Já Pierozan Junior (2016) verificou que a aplicação de N foliar, em R3, resultou em incremento da produtividade, no entanto, em, apenas, uma das safras avaliadas, o que reforça a hipótese de que outros fatores estejam ligados à expressão produtiva da planta, em resposta à adubação nitrogenada.

É válido ressaltar que, no presente experimento, as sementes, antes de serem inoculadas, haviam sido tratadas com fungicida e inseticida, no processo de tratamento industrial. Outro fator importante a se destacar refere-se à ocorrência de estresse hídrico registrado durante o ciclo da cultura, fatores estes que, segundo Hungria, Campo e Mendes (2007), são algumas das principais causas de limitação da fixação biológica de nitrogênio.

Tais resultados evidenciam que diferentes tipos de manejos na utilização de fontes de nitrogênio mineral proporcionam alterações distintas nas expressões morfológicas da soja, que podem resultar, ou não, em aumento de produtividade. Em geral, comprova-se que as condições de campo podem influenciar no desempenho das bactérias fixadoras de nitrogênio, entretanto, conforme cita Nogueira *et al.* (2013), a inoculação é uma prática indispensável na cultura da soja, no que tange ao fornecimento de N às plantas, além de ser um método sustentável e econômico.

O acréscimo em produtividade proporcionado pelo uso de N líquido não justifica a substituição de inoculação por N foliar, tendo em vista os fatores que podem ter influenciado a nodulação. Porém, quando instalada a cultura, é imprescindível monitorar, quanto às circunstâncias que envolvem a lavoura, em determinado período da safra e estágio da planta, pois em condições de exposição da soja à alta temperatura e estiagem, por exemplo, o uso de N foliar pode ser uma prática rentável, ao fornecer o nitrogênio, à planta, não disponibilizado, como deveria ser, pela FBN, devido às condições climáticas.

Outro ponto que pode evidenciar o uso de N foliar é quando não for realizada a aplicação de inoculantes às sementes de soja, para suprir, em partes, a demanda de nitrogênio às plantas, que não pode ser suprida, apenas, pelas bactérias fixadoras de nitrogênio existentes no solo. Contudo, sugere-se que novas pesquisas sejam realizadas e que as experiências quanto ao uso de N líquido, de forma suplementar, na soja, sejam aprofundadas.

Por fim, ressalta-se que a inoculação é uma técnica agronômica indispensável, quando

se almeja alto rendimento na produtividade da soja.

Conclusão

Os tratamentos empregados não influenciaram na altura de plantas, altura de inserção da primeira vagem, número de vagens e massa de mil grãos, porém, o uso de N foliar apresentou maior índice em produtividade, com resultado muito próximo ao do tratamento em que se utilizou, apenas, inoculante.

Referências

APARECIDO, L. E. O., ROLIM, G. S., RICHETTI, J., SOUZA, P. S., JOHANN, J. A.; Köppen, Thornthwaite and Camargo climate classifications for climatic zoning in the State of Paraná, Brazil. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 40, n. 4, p. 405-417, 2016.

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

BAHRY, C. A.; VENSKE, E.; NARDINO, M.; FIN, S. S.; ZIMMER, P. D.; DOUZA, V. Q.; CARON, B. O. Características morfológicas e componentes de rendimento da soja submetida à adubação nitrogenada. **Revista Agrarian**, v. 6, n. 21, p.281-288, 2013.

BERNIS, D. J.; VIANA, O. C. Influência da aplicação de nitrogênio via foliar em diferentes estágios fenológicos da soja. **Revista Cultivando o Saber**, Cascavel, Edição especial, p.88-97, 2015.

BIZARRO, M. J. **Inoculação de soja em solo submetido a diferentes tipos de manejo**. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo) – Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2004.

BURATTO, W.; BURATTO, W.; OLIVEIRA, A. M.; OLIVEIRA, R.; CAIONE, G.; SEBEN JUNIOR, G. F. Aplicação foliar de nitrogênio na soja em diferentes fases fenológicas e inoculação com *Bradyrhizobium japonicum*. **Nativa**, Sinop, v. 6, n. 4, p. 333-337, jul./ago. 2018.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO – CONAB (BRASIL). **Acompanhamento da safra brasileira de grãos**. 2018. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos/boletim-da-safra-de-graos/item/download/20861_fb79e3ca2b3184543c580cd4a4aa402b>. Acesso em: 19 fev. 2019.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO – CONAB (BRASIL). **Soja – Análise Mensal**. 2019. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/analises-do-mercado-agropecuário-e-extrativista/analises-do-mercado/historico-mensal-de-soja/item/download/25144_8e670a6cb7d2c429df07aa16e86523da>. Acesso em: 19 mar. 2019.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Sistema Brasileiro de**

Classificação de Solos. 5 ed. rev. ampl. Brasília, DF: EMBRAPA, 2018. 590p.

FAQUIN, V. **Nutrição Mineral de Plantas.** Lavras: Universidade Federal de Lavras/Fundação de Apoio ao Ensino, Pesquisa e Extensão. p.: il. 2005.

HILGERT, T.; SORDI, A.; LAJÚS, C. R.; CERICATO, A. **Adubação nitrogenada de cobertura na soja cultivada em Latossolo argiloso no oeste de Santa Catarina.** 2018. Disponível em: <<https://portalperiodicos.unoesc.edu.br/apeusmo/article/view/18921/10200>>. Acesso em: 07 set. 2019.

HUNGRIA, M.; CAMPO, R. J.; MENDES, L. C. **A importância do processo de fixação biológica do nitrogênio para a cultura da soja: componente essencial para a competitividade do produto brasileiro.** Londrina: Embrapa Soja: Embrapa Cerrados, 2007.

HUNGRIA, M.; NOGUEIRA, M. A.; ARAUJO, R. S. Tecnologia de Coinoculação da Soja com *Bradyrhizobium* e *Azospirillum*: incrementos no rendimento com sustentabilidade e baixo custo. **Resumos da XXXIII Reunião de Pesquisa de Soja da Região Central do Brasil.** Londrina, PR, 2013.

LAMOND, R. E.; WESLEY, T. L. **Adubação nitrogenada no momento certo para soja de alta produtividade.** 2001. Disponível em: <[http://www.ipni.net/publication/ia-brasil.nsf/0/23E7264630AABD6383257AA30063E74D/\\$FILE/Page6-7-95.pdf](http://www.ipni.net/publication/ia-brasil.nsf/0/23E7264630AABD6383257AA30063E74D/$FILE/Page6-7-95.pdf)>. Acesso em: 20 mar. 2019.

MARCON, E. C.; ROMIO, S. C.; MACCARI, V. M.; KLEIN, C.; LÁJUS, C. R. Uso de diferentes fontes de nitrogênio na cultura da soja. **Thema**, Pelotas, v. 14, n. 2, p. 298-308, 2017.

NOGUEIRA, M. A.; OLIVEIRA, A. B.; SILVA-FILHO, P. M.; HUNGRIA, M. A aplicação de N-mineral na fase reprodutiva não resulta em aumento de produtividade de grãos de soja. **Resumos da XXXIII Reunião de Pesquisa de Soja da Região Central do Brasil.** Londrina, PR, 2013.

NOVAIS, R. F.; ALVAREZ V., V. H.; BARROS, N. F.; FONTES, R. L. F.; CANTARUTTI, R. B.; NEVES, J. C. L. **Fertilidade do Solo.** Viçosa, MG; Sociedade Brasileira de Ciências do Solo, 2007. 1017 p.

PASINI, R. **Resposta de cultivares de soja de ciclo precoce à adubação nitrogenada e à inoculação com *Bradyrhizobium* em semeadura do cedo na região sudoeste do Paraná.** Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso de Agronomia), Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Pato Branco, 2015.

PEREIRA, C. S.; TRENTIN FILHO, M. G.; FIORINI, I. V. A.; PEREIRA, H. D.; ROCHA, J. R.; SILVA, A. A. Formas e estádios de aplicação de adubação nitrogenada no desenvolvimento e produtividade da soja. **Revista Agrogeoambiental**, Pouso Alegre, v. 10, n. 4, dez. 2018.

PERUSSO, L. P. **Componentes de rendimento da cultura da soja em função da aplicação de nitrogênio no florescimento.** Dissertação (Mestrado em Agricultura de Precisão) – Programa de Pós-Graduação em Agricultura de Precisão. Universidade Federal de Santa

Maria, RS, 2014.

PIEROZAN JUNIOR, C. **Eficiência da adubação nitrogenada no sistema solo-soja em ambiente tropical e subtropical**. Tese (Doutorado em Ciências. Área de concentração: Fitotecnia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”. Piracicaba, 2016.

SANTOS NETO, J. T.; LUCAS, F. T.; FRAGA, D. F.; OLIVEIRA, L. F.; PEDROSO NETO, J. C. Adubação nitrogenada, com e sem inoculação de semente, na cultura da soja. **Uberaba: Faculdades Associadas de Uberaba – FAZU**, s/v, n. 10, p. 8-12, 2013.

SILVA, F. A. S.; AZEVEDO, C. A. V. The Assistat Software Version 7.7 and its use the analysis of experimental data. **African Journal of Agricultura Research**, v. 11. n. 39, p. 3733-3740, 2016.

TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MOLLER, I. M.; MURPHY, A. **Fisiologia e desenvolvimento vegetal**. 6. ed. Porto Alegre: Artmed, 2017. 858 p.

TEIXEIRA, D. S.; CAMARGO, V. X.; NOGUEIRA, E. A.; RIBEIRO, M. W. ManejoSoja3D: Ambiente Virtual para Aprendizado de Manejo da Cultura da Soja. In: **Anais do XXVIII Simpósio Brasileiro de Informática na Educação – SBIE**, 2017. VI Congresso Brasileiro de Informática na Educação – CBIE, 2017.