



Encontro Internacional
de Produção Científica
24 a 26 de outubro de 2017

RESPOSTA DA SOJA (*Glycine max* (L.) Merrill) AO FORNECIMENTO DE UREIA E A FIXAÇÃO BIOLÓGICA DO NITROGÊNIO

Bruno Maia Abdo Rahmen Cassim¹; Eunápio José Oliveira Costa²; Fabrício Linares Mazzi¹; Antonio Feijo de Goes Neto²; Tadeu Takeyoshi Inoue³; Renan de Oliveira Camparoto²

¹Acadêmico do Curso de Agronomia, Universidade Estadual de Maringá-UEM. Bolsista PIBIC/UEM Fundação Araucária: bruno_cassim@hotmail.com

²Acadêmicos de Pós-Graduação em Agronomia, Universidade Estadual de Maringá-UEM, eunapioagro@hotmail.com, fabriciolmazzi@gmail.com, antoniofgagro@gmail.com, renancamparoto@gmail.com

³Professor, Doutor, Adjunto do curso de Agronomia, Universidade Estadual de Maringá-UEM, ttinoue@uem.br

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi analisar o efeito da inoculação de sementes com bactérias do gênero *Bradyrhizobium* e da aplicação de nitrogênio na cultura da soja (*Glycine max* (L.) Merrill). O trabalho foi realizado no distrito de Iguatemi- PR, na safra 2016/17, sobre um Latossolo Vermelho distrófico, e clima CFA. O experimento foi conduzido a campo, no delineamento blocos casualizados, sendo estudados 3 tratamentos T1: Testemunha sem tratamento de sementes e adubação nitrogenada; T2: sementes não inoculadas e adubação de 200 kg ha⁻¹ de N e T3: sementes inoculadas com estirpes (semia 587) e (semia 5079) e sem adubação nitrogenada com 10 repetições. Cada unidade experimental foi composta 8 linhas por 7m de comprimento. Foram avaliados o número de nódulos por planta (NNOD); a massa seca de nódulos por planta (MSN); a altura de planta (ALT); o comprimento de raiz (CRAIZ); a massa seca da parte aérea (MSPA); a massa seca de raiz (MSRAIZ); o número de vagens por planta (NVP); o número de grãos por vagem (NGV); a massa de mil grãos (MMG) e a produtividade (PROD). Os dados coletados foram submetidos a análise de variância e suas médias comparadas em nível de 10% de probabilidade pelo teste de Tukey. O fornecimento de N em semeadura e em cobertura reduziu o NNOD, no entanto ocasionando as melhores respostas para o acúmulo de MSPA, NVP e PROD. A inoculação das sementes propiciou o aumento no NNOD por plantas, porém não ocasionando respostas positivas para o NVP, MMG e PROD.

PALAVRAS-CHAVE: Inoculante Turfosos; *Bradyrhizobium*; Fertilizante Nitrogenado.

1 INTRODUÇÃO

Atualmente a população mundial é de cerca de 7,3 bilhões de habitantes, e com estimativa de chegar a cerca de 10 bilhões em 2050, diante desse cenário a produção de alimentos deve ser aumentada para atender a demanda da população, ocasionando o menor impacto ambiental possível. A soja (*Glycine max* (L.) Merrill) é uma das principais culturas produzida no mundo. O interesse mundial na soja, é devido ao teor elevado de proteína em seus grãos, compondo cerca de 40% de sua composição química sendo fonte importante para a alimentação humana e animal. Os grãos de soja apresentam um teor médio de 6,5% N, desse modo, para produzir 1.000 kg de grãos são necessários 80 kg de N (HUNGRIA et al., 2001). Conseqüentemente para rendimentos médios de produção no Brasil de 3.000 kg de grãos ha⁻¹ serão necessários 240 kg de N. Devido a essa elevada demanda pelo nutriente e o custo dos adubos nitrogenados, o cultivo da soja só é viável economicamente devido ao processo de fixação biológica do nitrogênio (FBN). As fontes de N à cultura da soja são 1- o solo, principalmente pela decomposição da matéria orgânica, porém é limitado podendo ser rapidamente esgotado por alguns cultivos; 2- fixação não biológica, resultante

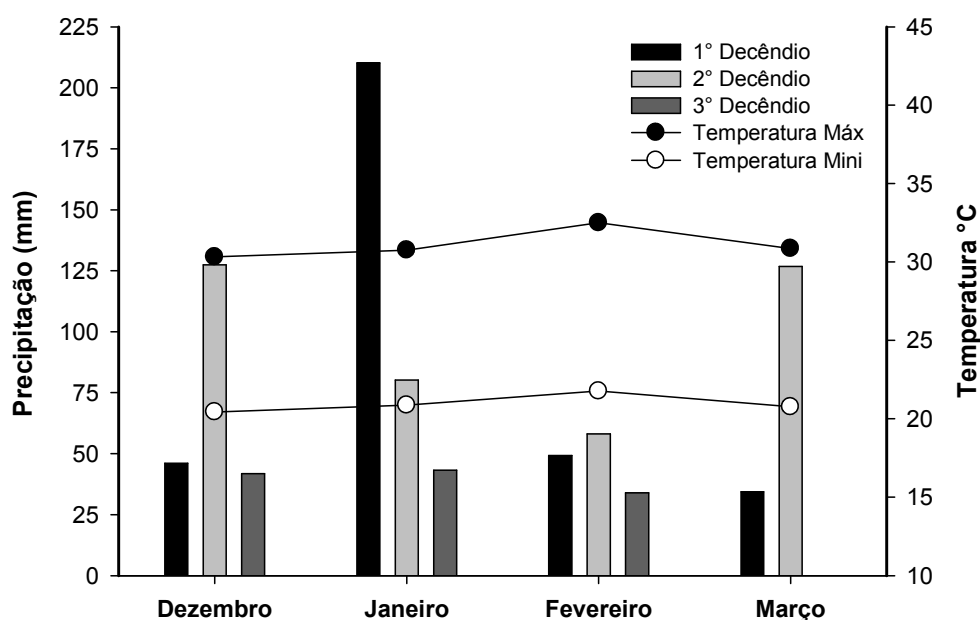


Encontro Internacional
de Produção Científica
24 a 26 de outubro de 2017

de descargas elétricas, combustão e vulcanismo; 3- os fertilizantes nitrogenados e 4- fixação biológica de N_2 atmosférico, processo esse feito por bactérias do gênero *Bradyrhizobium*, que estabelecem uma relação de simbiose com a planta (CRISPINO et al., 2001), fornecendo 70 a 250 $kg\ ha^{-1}$ de N (JENDIROBA et al., 1994), porém nem sempre são suficientes para suprir toda a demanda da cultura em condições de alta produtividade (HUNGRIA et al., 2007; HERRIDGE et al., 2008), necessitando de adubações de arranque de 20 $kg\ ha^{-1}$ de N na semeadura. O processo de fixação biológica ocorre em estruturas altamente específicas, os nódulos, que são formados após o estabelecimento da simbiose entre o micros-simbiontes e a planta hospedeira, o N_2 atmosférico é fixado nos nódulos, formando o amônio, processo esse graças a enzima nitrogenase da bactéria, que então é exportado para a planta hospedeira, que por sua vez, abastece os micros-simbiontes com fotossintatos (CRISPINO et al., 2001). Desta forma o objetivo do trabalho foi comparar se a inoculação turfosa de bactérias do gênero *Bradyrhizobium* é capaz de suprir as necessidades de nitrogênio da cultura da soja, quando comparada a uma fonte nitrogenada como a ureia de rápida assimilação pela planta.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

O trabalho foi realizado em Iguatemi distrito de Maringá, PR, safra 2016/17, sobre um Latossolo Vermelho distrófico, sendo suas características químicas descritas na Tabela 1, com coordenadas geográficas 23°37'45"S e 52°07'56"W e altitude de aproximadamente 400 m. O clima é classificado como CFA, Subtropical Úmido Mesotérmico, verões quentes com tendência de concentração das chuvas no verão. Os dados de precipitação e temperatura durante o período experimental estão apresentados na Figura 1.





Encontro Internacional
de Produção Científica
24 a 26 de outubro de 2017

Figura 1: Precipitação pluviométrica (mm) acumulada em decêndios mensais, e temperatura média (°C) máxima mínima de cada mês durante os três decêndios. Maringá, 2017
Fonte: Estação Climatológica-UEM.

Tabela 1: Características químicas do solo da área experimental. Iguatemi, PR. Safra 2016/2017

| pH | H ⁺ +Al ³⁺ | Al ³⁺ | Ca ²⁺ | Mg ²⁺ | K ⁺ | P | C | |
|---------------------------------|----------------------------------|--|------------------|------------------|----------------|---------------------|--------------------|-------|
| H ₂ O | CaCl ₂ | ----- cmol _c dm ⁻³ ----- | | | | mg dm ⁻³ | g dm ⁻³ | |
| 4,5 | 4,1 | 6,69 | 0,65 | 1,64 | 0,48 | 0,12 | 15,15 | 8,81 |
| Zn | Fe | Cu | Mn | Na | B | CTC | m | V |
| ----- mg dm ⁻³ ----- | | ----- cmol _c dm ⁻³ ----- | | ----- % ----- | | | | |
| 6,68 | 78,66 | 11,28 | 44,35 | 4,7 | 0,27 | 8,93 | 7,2 | 25,12 |

O delineamento utilizado foi o de blocos casualizados, sendo estudados 3 tratamentos, T1: testemunha; T2: 200 kg N ha⁻¹, sendo dividido em 100 kg de N sementeira e 100 kg de N em R1 e T3: inoculante turfoso com dose de 100 gramas para cada 50 kg de sementes, com formulado de bactérias *Bradyrhizobium elkanii* (semia 587) e *Bradyrhizobium japonicum* (semia 5079), em uma concentração bacteriana de 6,0 x 10⁹ unidade formadora de colônia por grama de produto, com 10 repetições, perfazendo 30 unidades experimentais. As unidades experimentais foram compostas por 8 linhas de 7 metros de comprimento espaçadas 0,45 m entre si, totalizando 25,2 m² de área total. Para a coleta de dados foram consideradas as 3 linhas centrais de cada unidade experimental e 6 metros do comprimento, totalizando 8,1 m² de área útil. O tratamento de sementes foi realizado manualmente utilizando-se sacos plásticos para homogeneização dos produtos. Além da aplicação do inoculante turfoso foi aplicada uma solução de sacarose a 10%, para adesão do inoculante no dia da sementeira, 02 de dezembro de 2016. A adubação foi realizada com fornecimento de 12 kg N ha⁻¹, 84 kg P₂O₅ ha⁻¹ e 24 kg K₂O ha⁻¹, além de uma dose de 48 kg ha⁻¹ de K₂O na forma de KCl no estágio V4 da cultura.

Em cada unidade experimental foram amostradas nas 3 linhas centrais com utilização de uma pá 5 plantas de soja, que foram avaliadas as seguintes variáveis respostas: número de nódulos de 5 plantas (NNOD), e a massa seca de nódulos por planta (MSN). Altura de planta (ALT) medida da distância entre o colo da planta e o último nó do ápice na haste principal, comprimento de raiz (CRAIZ) distância entre o colo da planta e a ponta distal da raiz principal, massa seca parte aérea (MSPA) e massa seca raiz (MSRAIZ), sendo estes obtidos através da secagem do tecido vegetal em estufa em temperatura de 70° C por 72 horas e depois pesados individualmente, número de vagens por planta (NVP) e número de grãos por vagem (NGV), ambos obtidos pela coleta aleatória de 5 plantas na área útil de cada unidade experimental no estágio R6, sendo o segundo separado conforme o número de grãos desenvolvidos (0, 1, 2, 3 e 4), massa de mil grãos (MMG) do peso de 3 amostras dos grãos colhidos por unidade experimental, separados aleatoriamente com umidade corrigida para 13% e produtividade (PROD) obtida a partir da pesagem dos grãos colhidos na área útil, com umidade corrigida para 13% e o resultado extrapolado para kg ha⁻¹.



Encontro Internacional
de Produção Científica
24 a 26 de outubro de 2017

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Figura 1 estão apresentados os dados de temperatura ($^{\circ}\text{C}$) e precipitação pluviométrica (mm), durante o período experimental observa-se que as condições do tempo não foram limitantes para o desenvolvimento da cultura. Na Tabela 2, observa-se que para as variáveis NNOD e MSRAIZ, foram verificadas diferenças estatísticas entre os tratamentos estudados. Para o NNOD a aplicação dos $200 \text{ kg ha}^{-1} \text{ N}$ (T2) influenciou negativamente na formação dos nódulos apresentando o menor valor ($7,24 \text{ nod pl}^{-1}$) comparado aos demais tratamentos, isso ocorre devido a fisiologia da planta, que não sente a necessidade de gastar energia para a realização da simbiose com as bactérias do gênero *Bradyrhizobium*, para obtenção de N atmosférico, uma vez que o solo se encontra com disponibilidade alta de nitrogênio (HATFIELD et al., 1974). No entanto o menor NNOD no T2 não ocasionou redução no MSPA, sendo neste tratamento observado o maior valor ($142,20 \text{ g pl}^{-1}$), que diferiu estatisticamente do T1 ($128,20 \text{ g pl}^{-1}$), demonstrando que a quantidade de N fornecida para a cultura foi suficiente para proporcionar um bom desenvolvimento das plantas.

Tabela 2: Dados médios do número de nódulos por planta (NNOD); massa seca de nódulos por planta (MSN); altura de planta (ALT); comprimento de raiz (CRAIZ); massa seca da parte aérea (MSPA) e massa seca de raiz (MSRAIZ), em função dos tratamentos na cultura da soja (*Glycine max* (L.) Merril). Maringá-PR. Safra 2016/2017

| Tratamentos | NNOD* (nod pl^{-1}) | MSN ^{ns} (mg pl^{-1}) | ALT ^{ns} CRAIZ ^{ns} (cm) | | MSPA* (kg ha^{-1}) | MSRAIZ ^{ns} |
|-----------------|----------------------------------|---|---|-------|---------------------------------|----------------------|
| | | | | | | |
| T1 (Testemunha) | 19,66 a | 18,41 | 9,59 | 11,77 | 128,20 b | 38,24 |
| T2 (200 N) | 7,24 b | 8,70 | 9,46 | 11,31 | 142,20 a | 37,55 |
| T3 (INP) | 19,90 a | 22,40 | 9,90 | 12,12 | 132,00 ab | 40,59 |
| Média | 15,60 | 17,00 | 9,65 | 11,73 | 134,20 | 38,79 |
| CV% | 49,26 | 88,71 | 6,86 | 16,73 | 9,69 | 22,67 |
| DMS | 7,53 | 14,30 | 0,65 | 1,92 | 12,74 | 8,61 |

Obs: Na coluna, médias seguidas de mesma letra, não diferem entre si pelo teste de Tukey (10%).

Na Tabela 3 estão apresentados os dados referentes ao NVP, NGV, MMG e PROD, verifica-se que somente o NGV não apresentou diferenças estatísticas significativas. Para o NVP, MMG e PROD observa-se que o fornecimento de N propiciou as melhores respostas, sendo sempre superior aos demais tratamentos estudados. Comparando-se os tratamentos T1 e T3, tem-se que para as condições estudadas as plantas não responderam positivamente a inoculação, não apresentando diferenças estatísticas entre estes, sendo os valores para o NVP e PROD no T3 menores que no T1. Essas respostas podem ter sido influenciadas negativamente pelas condições de baixa fertilidade do solo (Tabela 1) e sua retenção de água que afetaram a eficiência da FBN.

Tabela 3: Dados médios do número de vagens por planta (NVP); número de grãos por vagem (NGV); massa de mil grãos (MMG) e produtividade (PROD), em função dos tratamentos na cultura da soja (*Glycine max* (L.) Merril). Maringá-PR. Safra 2016/2017



Encontro Internacional
de Produção Científica
24 a 26 de outubro de 2017

| Tratamentos | NVP* (vag. pl ⁻¹) | NGV ^{ns} (gr vag ⁻¹) | MMG* (g) | PROD* (kg ha ⁻¹) |
|-----------------|----------------------------------|--|-------------|---------------------------------|
| T1 (Testemunha) | 40,12 ab | 2,309 | 136,22 b | 2508,60 b |
| T2 (200 N) | 46,12 a | 2,306 | 147,62 a | 3281,90 a |
| T3 (INP) | 33,56 b | 2,321 | 138,29 b | 2486,20 b |
| Média | 39,93 | 2,310 | 140,71 | 2758,90 |
| CV% | 21,28 | 3,220 | 4,01 | 16,17 |
| DMS | 8,32 | 0,073 | 5,53 | 437,00 |

Obs: Na coluna, médias seguidas de mesma letra, não diferem entre si pelo teste de Tukey (10%).

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O fornecimento de N em semeadura e em cobertura reduziu o NNOD, no entanto ocasionando as melhores respostas para o acúmulo de MSPA, NVP e PROD.

A inoculação das sementes propiciou o aumento no NNOD por plantas, porém não ocasionando respostas positivas para o NVP, MMG e PROD.

REFERÊNCIAS

CRISPINO, C. C.; FRANCHINI, J. C.; MORAES, J. Z.; SIBALDELLE, R. N. R.; LOUREIRO, M. F.; SANTOS, E. N.; CAMPO, R. J.; HUNGRIA, M. **Adução nitrogenada na cultura da soja**. Londrina: Embrapa soja, 2001.

HATFIELD, J.L.; EGLI, D.B; LEGGETT, J.E.; PEASLEE, D.E. Effect of applied nitrogen on the nodulation and early growth of soybeans. **Agron. J.**, v. 66, n. 1, p. 112-115, 1974.

HERRIDGE, D. F.; PEOPLES, M. B.; BODDEY, R. M. Global inputs of biological nitrogenfixation in agricultural systems. **Plant and Soil**, v. 311, n. 1-2, p. 1-18, 2008.

HUNGRIA, M.; CAMPO, R. J.; MENDES, I. C. **Fixação biológica do nitrogênio na cultura da soja**: Embrapa Soja; Brasília, DF: Embrapa Cerrados, 2001.

JENDIROBA, E.; CÂMARA, G. M. S. Rendimento agrícola da cultura da soja sob diferentes fontes de nitrogênio. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 29, n. 8, 1994..