

Influência do cobalto e molibdênio, da inoculação e da adubação nitrogenada sobre a fixação biológica de nitrogênio na cultura da soja

Alexandre Bellaver¹ e Tiago Roque Benetoli da Silva²

¹Faculdade Assis Gurgacz – FAG, Curso de Pós-Graduação em Fertilidade do Solo e Nutrição de Plantas. Avenida das Torres n. 500, CEP: 85806-095, Bairro Fag, Cascavel, PR.

²Prof. Dr. Coordenador do curso de pós-graduação em Fertilidade do Solo e Nutrição de Plantas, FAG – Cascavel.

abellaver@bol.com.br, benetoli@fag.edu.br

Resumo: A soja (*Glycine max* (L) Merrill) é uma cultura muito exigente em Nitrogênio, a qual precisa de cerca de 80 kg de N para produzir uma tonelada de grãos, sendo assim este trabalho teve como objetivo avaliar os efeitos do fornecimento de Nitrogênio via fertilizante mineral, pela fixação biológica do Nitrogênio através da inoculação e a aplicação de Cobalto e Molibdênio, na nutrição da soja e os reflexos sobre o rendimento de grãos. O experimento foi conduzido no período da safra 2008/2009 no município de Cascavel (PR), em um Latossolo Vermelho Eutroférico Típico. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso no esquema fatorial 3x2x2, sendo quatro repetições. Os fertilizantes utilizados foram o 00-20-20; 02-20-20 e 04-20-20, sendo que a dosagem aplicada foi de 300 kg ha⁻¹ de cada formulação, sendo utilizada a variedade de soja NK7059RR. O inoculante utilizado apresentava concentração de 5x10⁹ células viáveis mL⁻¹ contendo as estirpes 5079 (*Bradyrhizobium elkanii*) e 5080 (*Bradyrhizobium japonicum*), aplicado via semente na dosagem de 200 ml para 50 kg de semente, e a aplicação de Cobalto e Molibdênio foi de 120 ml para 50 kg de semente. Não foi obtida diferença significativa para nenhuma das variáveis estudadas nos tratamentos testados.

Palavras-chave: Adubação nitrogenada, inoculação, *Glycine max*.

Cobalt, molybdenum, inoculation and nitrogen fertilization influence by nitrogen biologic fixation on soybean crop

Abstract: The soybean (*Glycine max* (L) Merrill) is a very demanding crop in nitrogen, which needs about 80 kg of N to produce one grain ton, so this work was to evaluate the mineral fertilizer nitrogen supply effect, the biological fixation through the inoculation and cobalt and molybdenum application in the soybean nutrition and yield. The experiment was conducted during the 2008/2009 season in the Cascavel city, Paraná State, Brazil, in an Oxisol Typical. The experimental design was randomized blocks in factorial scheme 3x2x2, four replications. The fertilizers used: 00-20-20, 02-20-20 and 04-20-20, used 300 kg ha⁻¹ rate each formulation, and used a variety of soybean NK7059RR. The inoculum concentration used was 5x10⁹ cells mL⁻¹ strains containing the 5079 (*Bradyrhizobium elkanii*) and 5080 (*Bradyrhizobium japonicum*), seed applied of 200 mL to 50 kg of seed rate, and cobalt and molybdenum application was 120 mL for 50 kg of seed. The results showed no significantly difference for any of the variables for treatments.

Key words: Nitrogen fertilization, inoculation, *Glycine max*.

Introdução

Segundo Reis (2004), houve um aumento na demanda mundial por alimentos, e muitos países não possuem mais área para expandir a produção agrícola, portanto a uma necessidade constante de aumentar a produtividade por área das culturas, sendo que a cultura da soja uma das principais fontes de alimentos devido a sua concentração de proteína e óleo. A soja é uma das culturas que vem dando sustentabilidade econômica para a atividade agrícola no Brasil, ganhando cada vez mais espaço no cenário nacional.

Reis (2004), descreve que a soja se tornou no agronegócio Brasileiro uma grande geradora de riquezas, hoje o Brasil é o segundo maior produtor mundial do grão, perdendo somente para os Estado Unidos. No Brasil a maior contribuição para a produção dos grãos é da região Centro Oeste a qual responde pó 45,3% da produção nacional o que corresponde a 25,7 milhões de toneladas, a região Sul ocupa a segunda posição com produção de 40,8% cerca de 21,3 milhões de toneladas. A média nacional de produtividade segundo levantamento da Conab da safra 2002/2003 foi de 2.818 kg ha⁻¹.

As pesquisas estão sempre voltadas para a busca de maiores produtividades com menos custos de produção. Para Sfredo (2007), a adubação da soja é um dos fatores que mais pesa no bolso do produtor, devido à alta dos fertilizantes. A soja é uma cultura muito exigente em nutrientes, portanto estes devem estar presentes no solo em quantidade e equilíbrio. Para recomendação de adubação da soja deve se levar em consideração os resultados de análise química do solo, pois a recomendação de adubação da soja se baseia na fertilidade atual do solo.

Dados divulgados pela Potafos (2006), afirmam que cerca de 80% do ar que respiramos é constituído por Nitrogênio, sendo que um hectare é coberto por 90 milhões de quilos de N, porém este não pode ser aproveitado pelas plantas, pois precisa ser transformado naturalmente ou pela fabricação de fertilizantes. O N atmosférico é fixado e transportado em Amônio ou Nitrato, as formas utilizáveis pelas plantas, sendo que ele pode ser fixado através do relâmpago, e logo após este ter ocorrido à chuva leva o N até a superfície e organismos fixam ou os nódulos de plantas leguminosas.

Fagan *et al.* (2007), descreve que alguns estudos mostram que a adubação nitrogenada em soja provoca aumento de produtividade, porém a controvérsias quanto a esta técnica, portanto sugerem-se estudos para se buscar o equilíbrio entre a adubação de base com Nitrogênio e a FBN.

Para Hungria e Campo (2008), as pesquisas voltadas para a FBN ocupam um lugar de destaque no Brasil, atualmente as cultivares de soja disponíveis no mercado conseguem suprir

a necessidade de N através de bactérias das espécies *Bradyrhizobium japonicum* e *Bradyrhizobium elkanii* que fixam o nutriente por processo Biológico.

Conforme a Embrapa (2006), o Nitrogênio é o nutriente requerido em maior quantidade pela soja, sendo que para se produzir uma tonelada de grãos são necessários 80 Kg de N. Para a Embrapa (2007), a Fixação Biológica de Nitrogênio é a principal fonte para o fornecimento do elemento para a cultura da soja, pois bactérias do gênero *Bradyrhizobium*, que quando em contato com as raízes da soja, infectam as raízes via pelos radiculares, formando nódulos dispensando aplicação de N.

Para Gomes (1974), a soja é uma leguminosa a qual tem a capacidade de se associar com bactérias que tem capacidade de retirar o N atmosférico e fixar, porém segundo o autor é conveniente fornecer um pouco de Nitrogênio, pois em alguns experimentos se obteve aumento de produtividade quando fornecido o nutriente, porém Neto *et al.* (2008), discordam desta informação, segundo ele não é recomendado realizar adubação nitrogenada em soja, pois ela prejudica a nodulação.

Segundo Malavolta *et al.* (1997), a Fixação Biológica de Nitrogênio (FBN) é uma simbiose que consta de uma troca de favores, pois as leguminosas fornecem carboidratos, e estas fixam o Nitrogênio e fornecem para as plantas aminoácidos e amidas, que são transportados via xilema pela corrente respiratória. Num primeiro momento, a planta excreta flavonóides pelas raízes, as quais atraem as bactérias promovendo a expressão dos genes nodulantes, sendo este reconhecido pela planta, induz a formação de nódulos. Após se multiplicarem próximo as raízes, as bactérias se prendem aos pelos absorventes invadindo a hospedeira, posteriormente as células do córtex interno se divide formando o conjunto do primórdio nodular, onde se multiplicaram intensivamente levando a emergência dos nódulos na superfície das raízes, as quais são especializadas em realizar as trocas metabólicas entre os dois simbioses.

Conforme o que Rajj (1991), o nitrogênio é o nutriente exigido em maior quantidade pelas culturas esse fato é observado pelo consumo mundial do elemento em fertilizantes, que supera em muito as quantidades utilizadas de fósforo (P_2O_5) ou potássio (K_2O). O Nitrogênio vem tomando uma importância crescente na agricultura brasileira. À medida que a agricultura cresce e as produtividades aumentam, o consumo do nutriente aumenta como já vem acontecendo para várias culturas e regiões do País.

Segundo a Embrapa (2006), a adubação nitrogenada quando aplicado em qualquer estágio de desenvolvimento da cultura não traz nenhum incremento na produtividade para a soja, além de que o fornecimento de N reduz a nodulação e a FBN, porém se as fórmulas de

adubos que contém nitrogênio sejam mais econômicas poderão ser utilizadas, mas não aplicando mais que 20 kg ha⁻¹.

Conforme relatam Malavolta *et al.* (2002), a inoculação da soja deve ser feita com *Rhizobium* específico, e utilizar adubação com N somente quando for constatado que a inoculação não foi suficiente para suprir as necessidades da cultura.

Hungria *et al.* (2006), realizaram estudos e obtiveram resultados de 79% para 84% de N total das plantas, somente com a reinoculação quando comparada com a população estabelecida de *Bradyrhizobium*, aumentando assim a produtividade. Quando aplicada altas doses de Nitrogênio a nodulação reduz drasticamente não ocasionando aumento de produtividade, e quando se faz uma adubação de arranque leve inibi a nodulação inicial, sem ocasionar incremento em produtividade. A inoculação da soja destaca-se devido os benefícios econômicos e ambientais que gera devido à substituição de fertilizantes nitrogenados, Oliveira, (2005), concorda com o que autor anterior relatou e ainda afirma que, a adubação nitrogenada não aumenta a produtividade da soja, conforme os resultados obtidos em seu experimento.

Borkert *et al.* (1994), afirma que para uma produção de 3000 kg.ha⁻¹ de soja é necessário ser fixado pela cultura de 160 a 210 kg.ha⁻¹ de Nitrogênio, devido a isso é recomendado fazer a inoculação na semeadura mesmo em áreas que já vem sendo cultivada com soja, sendo que as bactérias presentes no solo não conseguem suprir as exigências da cultura, devido à baixa eficiência das mesmas.

Dados apresentados pela Embrapa, (2006), mostram que os resultados em áreas onde vem sendo feita a inoculação da soja em áreas que já vem sendo cultivado com a leguminosa, não são tão expressivos como em áreas de primeiro plantio, mas mesmo assim, áreas com cultivos anteriores com a leguminosa tem se obtidos ganhos médios de 4,5 % no rendimento de grãos, em função da reinoculação em cada ano de plantio.

Para Brandão (2008), do Grupo Bio Soja, a cultura da soja só é viável economicamente graças a FBN, sendo esta realizada por bactérias do gênero *Bradyrhizobium japonicum* e *Bradyrhizobium elkanii*, e para que ocorra uma boa atividade deste processo biológico são necessários três micronutrientes: Ferro, Cobalto e Molibdênio, porém os solos brasileiros são ricos em Ferro não sendo limitante, já o Molibdênio é exportado pelos grãos de 80 a 85%do que é absorvido pela planta, devido a isto deve ser fornecido, pois é um constituinte da enzima nitrogenase, sendo exigido pela enzima redutase do nitrato que é responsável para transformar o Nitrogênio nítrico em Nitrogênio nitrito que será convertido posteriormente em aminoácidos e proteínas. O Cobalto vai atuar como componente da

Vitamina B12 na FBN que é necessária para a síntese da leghemoglobina que irá determinar a atividade dos nódulos.

Segundo a Embrapa (2008), é indispensável para uma boa eficiência da FBN a aplicação de Cobalto e Molibdênio nas sementes da soja, onde esta vem sendo cultivada. É necessário aplicar de 2 a 3 g de Co e 12 a 30 g de Mo ha⁻¹ via semente e aplicações foliares nos estádios de desenvolvimentos V3 a V5.

Para Malavolta (2006), o Cobalto é um elemento essencial para as leguminosas, pois ele exerce efeito sobre o *Rhizobium*, sendo que o Molibdênio também é essencial para a FBN, pois além de atuar na redução do nitrato também exerce outras funções nas plantas.

Conforme os resultados obtidos por Meschede *et al.* (2004), indicam que a aplicação de Cobalto e Molibdênio via tratamento de semente e com aplicação foliar em estágio V4 da cultura promove um incremento na produtividade de grãos e aumenta o teor de proteína nas sementes, porém a aplicação foliar promove um maior crescimento das plantas e conseqüentemente um maior acamamento.

Para Gris *et al.* (2005), a aplicação de produtos a base de Molibdênio, via tratamento de sementes e aplicação foliar, não proporcionou aumento de produção da soja, e a inoculação com *Rhizobium* comercial também não se teve aumento de produção.

Albino e Campo (2001), concluíram que a aplicação de Molibdênio via sementes reduz o número de células de *Bradyrhizobium*, a nodulação, e conseqüentemente a FBN devido o contato com o inoculante.

Resultados obtidos por Marcondes e Caíres (2005), mostram que quando aplicado Molibdênio via semente na soja em solo com pH 5,2 não há interferência na nodulação, na concentração de N nos grãos e folhas, e na produtividade de grãos. O Cobalto quando aplicado via semente em doses acima de 3,4 g ha⁻¹ se torna tóxico para as plantas.

Diante disto este trabalho teve por objetivo avaliar a produção da soja, em função do fornecimento de nitrogênio na base, através de adubo mineral, e pela fixação biológica de através da inoculação e adição de cobalto e molibdênio aplicados via semente.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido na região de Cascavel, PR, em um Latossolo Vermelho Eutroférico típico com latitude 24° 56' 30", longitude 53° 12' 56" e altitude de 691 metros, na safra 2008/2009, sendo feita antes do plantio uma análise de solo na profundidade de 0-20 cm a qual consta os seguintes resultados: MO = 22,81 g.dm⁻³, C = 13,26 g.dm⁻³, CTC = 15,24 Cmol_c.dm⁻³, pH (CaCl₂) = 5,10, V = 64,90 %, P (Melich) = 11,71 mg.dm⁻³, K (Melich) = 0,33

$\text{Cmol}_c.\text{dm}^{-3}$, Ca (KCL) = 6,82 $\text{Cmol}_c.\text{dm}^{-3}$, Mg (KCL) = 2,74 $\text{Cmol}_c.\text{dm}^{-3}$, Al (KCL) = 0,00 $\text{Cmol}_c.\text{dm}^{-3}$, Fe (Melich) = 33,14 $\text{mg}.\text{dm}^{-3}$, Mn (Melich) = 63,32 $\text{mg}.\text{dm}^{-3}$, Cu (Melich) = 13,39 $\text{mg}.\text{dm}^{-3}$, Zn = 2,00 $\text{mg}.\text{dm}^{-3}$, B (HCL 0,05 N) = 0,15 $\text{mg}.\text{dm}^{-3}$, S (Fosfato de Cálcio) = 2,02 $\text{mg}.\text{dm}^{-3}$, Areia = 10,00 %, Silte = 25,00 %, Argila = 65,00 %.

O histórico da área dos últimos quatro anos é de um cultivo de milho e três cultivos consecutivos de soja, sendo que para o cultivo em todos os anos não foi feita nenhuma aplicação de inoculante, além de que sempre foi feito o cultivo da cultura com adubos com presença de 2% de N em suas formulações.

Em todos os anos de cultivo no inverno foi realizada a semeadura de aveia sendo que esta não recebeu nenhuma forma de adubação.

Na área foi cultivada soja (*Glycine max* L.) utilizando a variedade NK7059RR V-MAX da empresa Syngenta, devido ter se destacado na safra anterior na região onde apresentou alto potencial produtivo, e pela expansão de plantio que vai ocorrer na região com esta variedade, além de ter os genes da Transgenia inseridos na cultivar, que é a tecnologia que os produtores estão buscando para reduzir custo de produção, e garantir um bom controle das plantas daninhas.

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso no esquema fatorial 3x2x2 devido à necessidade de estudar vários fatores simultaneamente, para se obter todas as combinações possíveis entre todos os fatores. Cada bloco continha 12 parcelas sendo que cada uma correspondia a um tratamento, as parcelas tinham dimensões de 5 metros de comprimento, por 4,05 metros de largura dando uma área total de 20,25m² por parcela com quatro repetições, totalizando 48 parcelas.

Para implantação do experimento utilizou-se três formulações de adubos (00-20-20; 02-20-20 e 04-20-20) aplicados na semeadura, sendo feita a combinação das formulações com aplicação de inoculante e de Cobalto e Molibdênio (CoMo) via semente. Os tratamentos realizados foram os seguintes: (Tratamento 1: 0 $\text{kg}.\text{ha}^{-1}$ de N, sem Inoculante, sem CoMo); (Tratamento 2: 0 $\text{kg}.\text{ha}^{-1}$ de N, com Inoculante, sem CoMo); (Tratamento 3: 0 $\text{kg}.\text{ha}^{-1}$ de N, sem Inoculante, com CoMo); (Tratamento 4: 0 $\text{kg}.\text{ha}^{-1}$ de N, com Inoculante, com CoMo); (Tratamento 5: 6 $\text{kg}.\text{ha}^{-1}$ de N, sem Inoculante, sem CoMo); (Tratamento 6: 6 $\text{kg}.\text{ha}^{-1}$ de N, com Inoculante, sem CoMo); (Tratamento 7: 6 $\text{kg}.\text{ha}^{-1}$ de N, sem Inoculante, com CoMo); (Tratamento 8: 6 $\text{kg}.\text{ha}^{-1}$ de N, com Inoculante, com CoMo); (Tratamento 9: 12 $\text{kg}.\text{ha}^{-1}$ de N, sem Inoculante, sem CoMo); (Tratamento 10: 12 $\text{kg}.\text{ha}^{-1}$ de N, com Inoculante, sem CoMo); (Tratamento 11: 12 $\text{kg}.\text{ha}^{-1}$ de N, sem Inoculante, com CoMo); (Tratamento 12: 12 $\text{kg}.\text{ha}^{-1}$ de N, com Inoculante, com CoMo).

A dosagem de fertilizante aplicada foi de 300 kg ha⁻¹ conforme a recomendação da Embrapa (2006), de acordo com a análise de solo para todas as parcelas, variando somente a quantidade de N aplicada.

O inoculante utilizado foi o Masterfix L. da empresa Stoller, com as Estirpes SEMIA 5019 (*Bradyrhizobium elkanii*) e SEMIA 5079 (*Bradyrhizobium japonicum*), sendo estas duas, das quatro Estirpes recomendadas para o Brasil (Embrapa, 2006), com concentração de 5 x 10⁹ células viáveis mL⁻¹, sendo que aplicadouse 200 ml do produto comercial para cada 50 kg de semente, para o fornecimento de Cobalto e Molibdênio foi utilizado o produto comercial Co-Mo da empresa Stoller com concentração de 1,5% de Cobalto e 15% de Molibdênio, sendo a dosagem utilizada de 120 mL do produto comercial para cada 50 kg de semente.

A semeadura foi efetuada de acordo com a recomendação da época de plantio para a região, recomendada segundo a empresa dona da cultivar no caso a Syngenta, no dia 9 de outubro, portanto, dentro do período recomendado para o plantio da cultivar, sendo que a semeadura foi efetuada em sistema de plantio direto, com semeadora de 9 linhas com espaçamento de 45 cm entre linhas, onde foram distribuídas 18 sementes por metro linear.

As sementes receberam tratamento com fungicida de composição Fludioxonil + Metalaxil-M (Maxim XL) na dosagem de 100 ml para 100 kg de semente, e com inseticida de composição Tiametoxam (Cruiser 700 WS) na dosagem de 100 g para 100 kg de semente sendo este realizado em tambor giratório.

Após a semeadura da cultura foi efetuada uma aplicação de Glifosato, (Stinger) na dose de 2,0 L ha⁻¹, para o controle de ervas daninhas presentes na área.

O controle de lagartas e percevejos foi feito com inseticida Tiametoxam + Lambda-Cialotrina (Engeo Pleno) na dosagem de 0,2 L ha⁻¹, e uma segunda aplicação para o percevejo com o inseticida Tiametoxam + Cipermetrina (Platinum) na dosagem de 0,2 L ha⁻¹. Para o controle de doenças foi efetuada a aplicação do fungicida de composição Trifloxistrobina + Ciproconazol (Sphere) na dosagem de 0,3 L ha⁻¹, mais 0,25 L ha⁻¹ de Óleo Mineral (Attach), para a segunda aplicação foi utilizado Trifloxistrobina + Tebuconazol (Nativo) na dose de 0,5 L ha⁻¹, mais 0,45 L ha⁻¹ de Óleo Vegetal (Aureo). Ambas as aplicações foram realizadas com pulverizador de barra equipado com bico leque 110° 02.

Os dados coletados foram o de produção de grãos, altura de planta, número de vagens por planta, número de grãos por vagem, número de grãos por planta e peso de 100 grãos, em função da aplicação de Nitrogênio na semeadura, da inoculação das sementes com *Rhizobium* e da aplicação de cobalto e molibdênio via semente. Também foi feito um acompanhamento

das precipitações pluviométricas na área experimental, para verificar possível interferência das condições climáticas sobre o experimento.

Para a coleta de dados foram desprezados 1 metro nas extremidades das parcelas e 0,90 metros em cada uma das laterais da parcela onde se obteve 6,75m² de área útil, sendo que dentro desta área útil foram coletadas amostras das 5 linhas centrais da parcela por 3 metros no comprimento.

As plantas foram colhidas for determinada a altura de planta, contado o número de vagens por planta, número de grãos por vagens, grãos por planta, o peso de 100 sementes com umidade corrigida a 13%, e a produtividade de grãos.

A partir do momento que foi determinada as variáveis pré-estabelecidas para serem avaliadas, foram feitas as interpretações dos resultados. Os dados coletados foram submetidos à análise estatística utilizando o programa Sisvar. Posteriormente foi efetuada uma análise de variância e o teste de comparação de médias pelo teste de Scott-Knott.

Resultados e Discussão

Na Figura 1, são apresentados os volumes das precipitações pluviométricas em milímetros, que ocorreram nos meses referentes ao período do experimento.

Verifica-se que o volume de precipitação foi mais elevado no mês de outubro quando foi efetuada a semeadura, porém para os demais meses o volume diminui, mas não dando a impressão de stress hídrico para a cultura, porém essas chuvas ocorreram de forma irregular, ou seja, altas precipitações em curto espaço de tempo seguido por longos períodos de estiagem afetando a produção, pois, o total acumulado durante os cinco meses ficou em 1041 milímetros, para atingir o rendimento máximo para a cultura da soja são necessários de 450 a 800 mm/ciclo apenas (Embrapa, 2006).

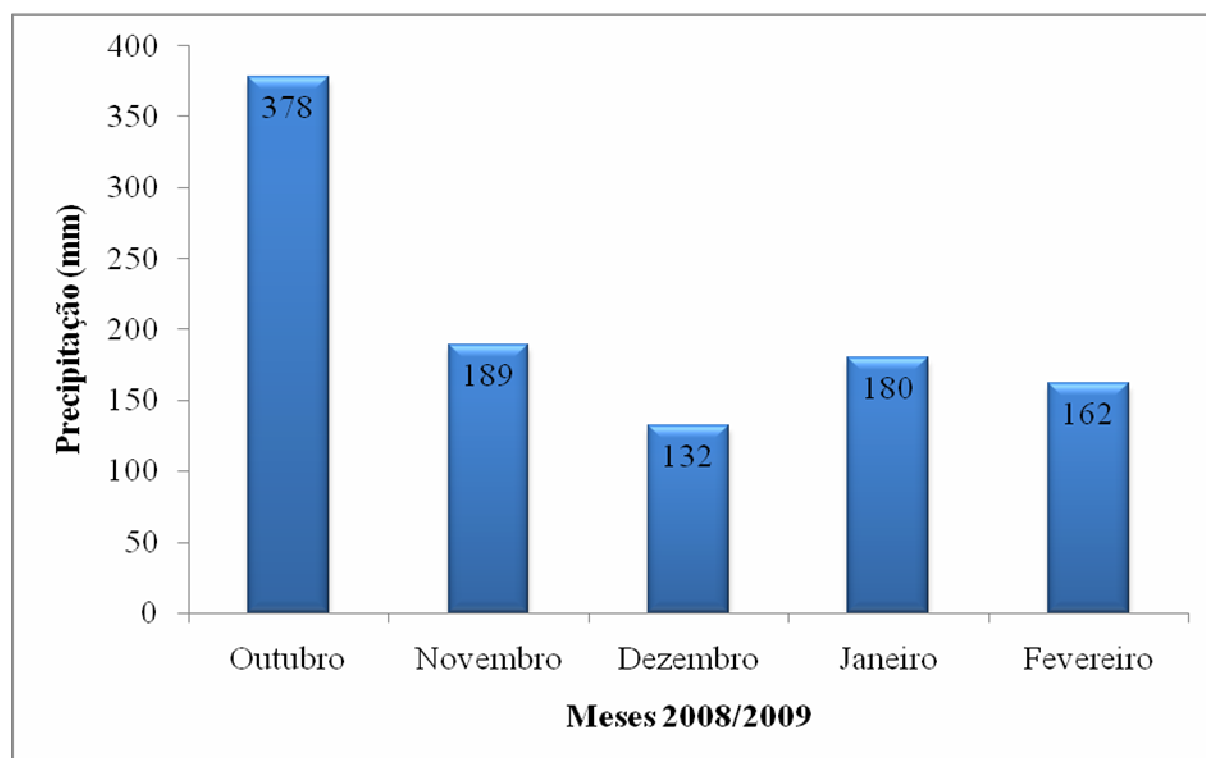


Figura 1 – Precipitação mensal ocorrida durante o período de condução do experimento, de outubro de 2008 a fevereiro de 2009 na área experimental.

Analisando os dados contidos na Tabela 1, verifica-se que não há diferença significativa entre os tratamentos para o número de vagens/planta, de grãos/vagem e de grãos/planta, não havendo efeito dos tratamentos testados sobre as variáveis apresentadas.

Tabela 1 – Número de vagens/planta, grãos/vagem e grãos/planta de soja, em função do manejo da adubação

Tratamentos	Vagens/planta	Grãos/vagem	Grãos/planta
	-----número-----		
1	32,9 a	2,00 a	65,9 a
2	36,1 a	2,11 a	76,0 a
3	40,1 a	2,16 a	86,6 a
4	39,3 a	2,06 a	80,8 a
5	35,0 a	2,03 a	70,9 a
6	38,5 a	2,03 a	78,2 a
7	35,8 a	2,08 a	74,5 a
8	32,7 a	2,01 a	65,8 a
9	36,6 a	1,91 a	69,9 a
10	33,3 a	2,02 a	67,1 a
11	34,8 a	1,99 a	69,4 a
12	35,2 a	2,01 a	70,9 a
CV (%)	13,9	3,3	10,2
Teste F	n.s.	n.s.	n.s.

Médias seguidas de mesma letra, dentro de cada parâmetro analisado, não diferem entre si, pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade de erro.

n.s. = não significativo, * = significativo a 5% de probabilidade de erro

Analisando a estatística F, verifica-se que para as variáveis contidas na Tabela 1 nenhuma foi significativa, o coeficiente de variação do número de vagens/planta e de grãos/planta apresenta média dispersão dos dados, e para o número de grãos/vagem apresenta baixa dispersão dos dados segundo a classificação de Gomes e Garcia, (2002), indicando um comportamento homogêneo dos dados amostrados.

Na Tabela 2 são apresentados os dados estatísticos para a altura de plantas, para a massa de 100 grãos e para produtividade, sendo que as três variáveis analisadas não houve diferença significativa pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade de erro.

Tabela 2 – Altura de plantas, massa de 100 grãos e produtividade da soja, em função do manejo da adubação

Tratamentos	Altura de plantas cm	Massa de 100 grãos gramas	Produtividade kg.ha ⁻¹
1	65,9 a	16,2 a	3.102 a
2	67,9 a	17,1 a	3.396 a
3	66,4 a	16,5 a	3.207 a
4	69,8 a	16,4 a	3.313 a
5	70,3 a	17,4 a	3.159 a
6	70,5 a	16,8 a	3.185 a
7	67,9 a	16,6 a	3.203 a
8	68,0 a	16,5 a	2.988 a
9	68,4 a	16,8 a	3.081 a
10	72,3 a	17,2 a	3.049 a
11	69,9 a	16,4 a	3.296 a
12	70,4 a	16,3 a	2.955 a
CV (%)	5,45	4,1	9,1
Teste F	n.s.	n.s.	n.s.

Médias seguidas de mesma letra, dentro de cada parâmetro analisado, não diferem entre si, pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade de erro.

n.s. = não significativo, * = significativo a 5% de probabilidade de erro

Os dados da estatística F, apresentadas na Tabela 2, verifica-se que para nenhuma das variáveis analisadas apresentou diferença significativa, não houve efeito dos diferentes tratamentos testados. Analisando o coeficiente de variação da altura de plantas, da massa de 100 grãos e da produtividade verifica-se que ambos apresentam baixa dispersão dos dados, pois, conforme a classificação de Banzatto e Kronka (2006), quanto menor o coeficiente de variação maior a precisão do experimento.

A adubação nitrogenada aplicada na cultura da soja, não proporcionou incremento na produtividade, isso se deve à soja realizar Fixação Biológica de Nitrogênio, a qual é capaz de suprir sua exigência pelo elemento. A aplicação de 30 kg ha⁻¹ de N na semeadura inibe a nodulação inicial e não proporciona incremento na produção de grãos (Hungria *et al.*, 2006), porém, dados de pesquisas publicadas por Santos *et al.* (2000), não condizem, segundo os

autores do trabalho a incremento na produtividade da soja sendo que a dose mais favorável é de 120 kg.ha⁻¹ de N. Para o fortalecimento das plantas e para um desenvolvimento mais rápido do sistema radicular das plantas, recomenda-se utilizar formulações de adubos que contenham Nitrogênio para que seja fornecido na semeadura de 12 kg ha⁻¹ a 16 kg ha⁻¹ de N para a cultura da soja (Fancelli, 2009).

A aplicação de cobalto e molibdênio (CoMo) via semente, também não proporcionaram incremento em nenhuma das variáveis analisadas, não apresentou diferença significativa entre os tratamentos testados. Marcondes e Caires (2005), também não obtiveram resposta com a aplicação de Cobalto via semente em função do fornecimento de Nitrogênio. Para Santos *et al.*, (2000), o Molibdênio proporciona incrementos na produção de soja na ordem de 20 a 32% e quando aplicado em efeito conjunto com o N em cobertura o aumento de produção chegou a ordem de aumento de 69%.

A utilização de inoculante via semente também não proporcionou incrementos em produção de grãos, de vagens, não alterou a altura de plantas, nem a massa de 100 grãos, sendo que estudos realizados por Gris *et al.* (2005), também não obtiveram aumento no rendimento de grãos, coincidindo com os dados de pesquisas obtidos por Campos *et al.*, (2001), que ainda concluem, que a não resposta da soja a inoculação se deve a população nativa de *Bradyrhizobium* presente no solo em número suficiente, e em condições climáticas de temperatura e umidade ideais supre a necessidades de Nitrogênio através da FBN.

Conclusões

A aplicação de nitrogênio na cultura da soja não proporcionou incrementos de produtividade, a fixação biológica de N é capaz de suprir a demanda das plantas pelo elemento.

O fornecimento de cobalto e molibdênio aplicado via semente juntamente com o inoculante não influenciou nas variáveis analisadas.

Referências

BANZATTO, A. D.; KRONKA, S. N. **Experimentação Agrícola**. 4ª Edição. Jaboticabal: SP. Funep, 2006, 237 p.

BORKERT, C. M.; YORINORI, J. T.; CORRÊA-FERREIRA, B. S.; ALMEIDA, A. M. R.; FERREIRA, L. P.; SFREDO, G. J. **Seja o doutor da sua soja**. Potafos, Arquivo do Agrônomo – Nº5. Informações Agronômicas – Nº 66 – Junho, 1994.

BRANDÃO, R. P. **Aplicação de Cobalto e Molibdênio na cultura da soja é altamente compensadora.** Grupo Bio Soja. Disponível em: <http://www.biosoja.com.br/downloads/Informativo%206.pdf>. Acesso em: 03 jul. 2008.

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**, Viçosa, v.25, p.583-592, 2001.

EMBRAPA. **Fertilidade do solo e nutrição da soja.** Circular Técnica, 50. Embrapa Soja, 1ª Edição, Londrina: PR, 2007.

EMBRAPA. **Tecnologias de Produção de Soja – Paraná 2007.** Londrina, Paraná. Embrapa Soja, 2006, 217 p.

EMBRAPA. **Tecnologias de Produção de Soja – Região Central do Brasil 2008.** Londrina, Paraná. Embrapa Soja, Embrapa Cerrados, Embrapa Agropecuária Oeste, 2008, 280 p.

FAGAN, E. B.; MEDEIROS, S. L. P.; MANFRON, P. A.; CASAROLI, D.; SIMON, J.; DOURADO NETO, D.; LIER, Q. J. V.; SANTOS, O. S.; MÜLLER, M. Fisiologia da Fixação Biológica do Nitrogênio em soja. **Revista da FZVA**. Uruguaiana, v.14, n.1, p. 89-106. 2007

FANCELLI, A. L. **Desnutrida e vulnerável.** Cultivar Grandes Culturas. Ano XI. Nº119. Abril 2009.

GOMES, F.P.; GARCIA, C. H. **Estatística aplicada a experimentos agrônômicos e Florestais.** Piracicaba, SP. FEALQ, v.11, 309p, 2002.

GOMES, R. P. **Adubos e Adubações.** São Paulo: SP, Nobel, 4ª Ed, 1974, 188 p.

GRIS, E. P.; CASTRO, A. M. C.; OLIVEIRA, F. F. Produtividade da soja em resposta à aplicação de Molibdênio e Inoculação com *Bradyrhizobium japonicum*. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.29, n. 1, 2005.

HUNGRIA, M.; CAMPO, R. J. **Inoculante em Soja: Agricultor não precisa gastar com fertilizante nitrogenado para a soja.** Grupo Bio Soja. Disponível em: <http://www.biosoja.com.br/downloads/Informativo%206.pdf>. Acesso em: 03 jul. 2008.

HUNGRIA, M.; FRANCHINI, J. C.; CAMPO, R. J.; CRISPINO, C. C.; MORAES, J. Z.; SIBALDELLI, R. N. R.; MENDES, I. C.; ARIHARA, J. Nitrogen nutrition of soybean in Brazil: contributions of biological N₂ fixation and of N fertilizer to grain yield. **Canadian Journal of Plant Science**, Montreal, v.86, p.927-939, 2006.

MALAVOLTA, E. **Manual de nutrição de plantas.** São Paulo: SP, Editora Agronômica Ceres, 2006, 638 p.

MALAVOLTA, E.; GOMES, F. P.; ALCARDE, J. C. **Adubos e adubações.** São Paulo: SP, Nobel, 2002.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. Piracicaba: SP, POTAFOS, 1997, 319 p.

MARCONDES, J. A. P.; CAIRES, E. F. Aplicação de Molibdênio e Cobalto na semente para cultivo da soja. **Bragantia**, Campinas, v.64, n.4, p.687-694, 2005.

MESCHEDE, D. K.; BRACCINI, A. L.; BRACCINI, M. C. L.; SCAPIM, C. A.; SCHUAB, S. R. P. Rendimento, teor de proteínas nas sementes e características agrônômicas das plantas de soja em resposta à adubação foliar e ao tratamento de sementes com Molibdênio e Cobalto. **Acta Scientiarum. Agronomy**, Maringá, v. 26, n. 2, p. 139-145, 2004.

NETO, S. A. V.; PIRES, F. R.; MENEZES, C. C. E.; MENEZES, J. F. S.; SILVA, A. G.; SILVA, G. P.; ASSIS, R. L. Formas de aplicação de inoculantes e seus efeitos sobre a nodulação da soja. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 32, p. 861-870, 2008.

OLIVEIRA, E. S. **Inoculação e adubação nitrogenada na produtividade da cultura da soja**. Faculdades Integradas de Rondonópolis. Rondonópolis: MT, p.22, 2005. Disponível em:<http://www.biblioteca.Unir-roo.br/monografias/28.pdf>. Acesso em: 02 jul. 2008.

POTAFOS. **Nutri-fatos: Informação Agronômica sobre nutrientes para as culturas**. Arquivo do Agrônomo – Nº 10, março, 2006.

RAIJ, V. B. **Fertilidade do solo e adubação**. Piracicaba: SP, Agronômica Ceres LTDA, 1991, 343p.

REIS, E. M. **Doenças na cultura da soja**. Passo Fundo, Rio Grande do Sul, Aldeia Norte Editora, 2004, 178 p.

SANTOS, L. P.; VIEIRA, C.; SEDIYAMA, C. S.; SEDIYAMA, T. Adubação nitrogenada e Molíbdica da cultura da soja em Viçosa e Coimbra, Minas Gerais. **Revista Ceres**, Viçosa, v.47, n.269, p.33-48, 2000.

SFREDO, G. J. **Hora de planejar**. Revista Cultivar Grandes Culturas. Outubro 2007, ano IX, nº 101.