

unesp



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

Pós-graduação em Agronomia

**MODOS DE APLICAÇÃO E DOSES DE MOLIBDÊNIO,
ADUBAÇÃO NITROGENADA E ÉPOCAS DE SEMEADURA
DE SOJA CULTIVADA EM SISTEMA PLANTIO DIRETO:
CARACTERÍSTICAS AGRONÔMICAS, QUALIDADE
NUTRICIONAL E FISIOLÓGICA DE SEMENTES**

RÚBIA RENATA MARQUES

Ilha Solteira - SP

1210001483



unesp



**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
“JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE ENGENHARIA
CAMPUS DE ILHA SOLTEIRA**

**MODOS DE APLICAÇÃO E DOSES DE MOLIBDÊNIO,
ADUBAÇÃO NITROGENADA E ÉPOCAS DE SEMEADURA DE
SOJA CULTIVADA EM SISTEMA PLANTIO DIRETO:
CARACTERÍSTICAS AGRONÔMICAS, QUALIDADE
NUTRICIONAL E FISIOLÓGICA DE SEMENTES**

RÚBIA RENATA MARQUES

Engenheira Agrônoma

Prof. Dr. EDSON LAZARINI

Orientador

Dissertação apresentada à Faculdade de Engenharia da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, campus de Ilha Solteira, como um dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Agronomia, área de concentração: Sistemas de Produção.

**ILHA SOLTEIRA
Estado de São Paulo – Brasil
Fevereiro – 2004**

FICHA CATALOGRÁFICA

Elaborada pela Seção Técnica de Aquisição e Tratamento da Informação/Serviço Técnico de Biblioteca e Documentação da FEIS/UNESP

Marques, Rúbia Renata
M357m Modos de aplicação e doses de molibdênio, adubação nitrogenada e épocas de semeadura de soja cultivada em sistema plantio direto: características agrônômicas, qualidade nutricional e fisiológica de sementes / Rúbia Renata Marques. – Ilha Solteira: [s.n.], 2004
ix, 67 p.

Dissertação (mestrado) – Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira. Área de concentração : Sistemas de produção, 2004

Orientador: Edson Lazarini
Bibliografia: p. 53-67

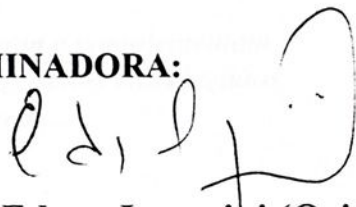
1. Sementes. 2. Qualidade nutricional. 3. Soja. 4. Fixação biológica do nitrogênio. 5. Adubação nitrogenada. 6. Molibdênio. 7. Plantio direto.

*Modos de aplicação e doses de
molibdênio, adubação nitrogenada e
épocas de semeadura de soja cultivada
em sistema plantio direto nas
características agronômicas, qualidade
nutricional e fisiológica de sementes.*

Rúbia Renata Marques

DISSERTAÇÃO APRESENTADA À FACULDADE DE ENGENHARIA DO CÂMPUS
DE ILHA SOLTEIRA – UNESP COMO PARTE DOS REQUISITOS PARA
OBTENÇÃO DO TÍTULO DE MESTRE EM AGRONOMIA

COMISSÃO EXAMINADORA:


Prof. Dr. Edson Lazarini (Orientador)


Prof. Dr. Marcelo Fagioli


Prof. Dr. Marco Eustáquio de Sá

Ilha Solteira/SP
fevereiro de 2004

Proc. 063/04 - NPD 059

UNESP - "CAMPUS DE ILHA SOLTEIRA"	
SERVIÇO TÉCNICO DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO	
DATA DE CHEGADA	DATA DE TOMBO
<i>05.04.04</i>	<i>31.05.04</i>
REGISTRADO POR	TOMBO
<i>Ailza</i>	<i>Tc. 1483</i>
AQUISIÇÃO	CLASSIFICAÇÃO
<i>Vegetal Autor RBM.00</i>	<i>M357m</i>

50703016

*Co sup 221105
sup 56281*

1210001483



*Poema das Mãos**A. C. Ribeiro*

*Mãos que tocam, que roçam e acariciam,
Que tateiam, apalpam e sondam.
Mãos que oram, acenam e convidam,
Que aspergem e que semeiam.
Mãos que amassam o trigo com fermento, água e sal,
Compondo o pão que sustenta.
Mãos que moldam, educam e orientam,
Que movem a batuta do maestro.
Mãos que digitam, clicam,
Deletam e teclam,
Que abrem e fecham.
Mãos que trabalham a terra,
Plantando, cultivando e colhendo.
Mãos que recolhem a fartura e
Que mendigam migalhas de pão.
Mãos que comunicam.
Mãos que, na expressão,
Completam profundos olhares.
Mãos que trabalham,
Jogam e embaralham.
Mãos que furtam e doam,
Benzem e amaldiçoam.
Mãos que fazem, realizam e complementam.
Mãos que jazem, com os dedos entrelaçados,
Sobre o peito de um herói...*

Aos meus pais e melhores amigos, *Valdivino Vieira Marques e Maria da Glória Marques*.

Que não mediram esforços para que eu chegasse até aqui.

“Honrar a teu pai e tua mãe, que é o primeiro mandamento por promessa”.

Efésios 6:2

Com todo meu amor...

DEDICO

A *Deus* por me dar paz, disposição e por direcionar meus caminhos a cada novo dia que se inicia e ao meu irmão *Bruno Roberto Marques* por me amar e incentivar.

OFEREÇO

Ao Prof. Dr. *Edson Lazarini*, pela orientação, dedicação, paciência e pelos ensinamentos, fundamentais em todos os momentos dessa jornada e ao Prof. Dr. *Marcelo Fagioli*, pela importante participação em minha formação profissional.

OFERECIMENTO ESPECIAL



AGRADECIMENTOS

A DEUS, por estar presente em todas as etapas de minha vida e por permitir que eu ultrapassasse todos os obstáculos até aqui encontrados.

Aos meus Pais Valdivino e Glória por terem me dado a vida, pelo incentivo, apoio e principalmente pelo amor incondicional.

Ao meu irmão Bruno, minha cunhada Sabrina e minha sobrinha Letícia, que são a minha família.

Ao Prof. Dr. Edson Lazarini, pela orientação, dedicação, amizade, ajuda, ensinamentos e oportunidades a mim oferecidas, que serão sempre de fundamental importância na realização deste trabalho e em toda minha caminhada pessoal e profissional, e a sua esposa Cláudia, pela compreensão e apoio.

Ao Prof. Dr. Marcelo Fagioli, pela orientação durante a graduação, pelo incentivo à pesquisa, e pela sincera amizade.

À Faculdade de Engenharia da Universidade Estadual Paulista, Campus de Ilha Solteira, pelo suporte oferecido à realização do curso.

À FAPESP, Fundação de Amparo a Pesquisa no Estado de São Paulo, por ter concedido bolsa de estudo, a qual me forneceu auxílio financeiro, possibilitando a realização deste trabalho.

Aos professores docentes do Programa de Pós-Graduação em Agronomia da FE/UNESP, em especial aos Professores Enes Furlani Junior, Evaristo Bianchini Sobrinho, Marco Eustáquio de Sá, Mário Luiz Teixeira de Moraes, Orivaldo Arf, Salatiér Buzetti e Walter Veriano Valério Filho.

Aos técnicos Adelaide, Alexandre, André Luis, Márcio, Selma e Sidival, pelos ensinamentos e ajuda que muito contribuíram para a realização deste trabalho.

A todos os funcionários da Fazenda de Ensino e Pesquisa (Cerrado) da FE/UNESP, pela dedicação e ajuda no campo.

Aos funcionários da Biblioteca e Seção de Pós-Graduação, pelo bom atendimento e amizade.

Aos colegas do Curso de Pós-Graduação, Aline, Anyy, Beto, Camila, Celso, Cibele, Cid, Cilene, Clarice, Cristiano, Dolorice, Elisa, Fabiano, Germison, Helena, Kassia, Katiúscia, Liliam, Luana, Ludmila, Luis (Falcon), Marcelo, Michele, Margareth, Martha, Matheus, Murilo, Nádia, Nara, Onã, Paulo Afonso, Ricardo (Monge), Rienni, Róbson, Taka, Vanessa e Vivian, pelos bons momentos que passamos.

As amigas de república Clarice, Nádia e Nara, por terem sido minha família durante esse período e que nunca serão esquecidas e ao meu cãozinho Bartolomeu, por ser meu companheirinho de todas as horas.



Aos amigos Alex, Analú, Ana Luísa, Clarice, Elisa, Érika, Karine, Michael, Nádia, Nara, Ricardo (Monge), Rienni, Róbson, Stela e Vivian pelos ótimos momentos que passamos juntos e que serão sempre lembrados.

A todos que direta ou indiretamente contribuíram para a realização deste trabalho, que aperfeiçoou meus conhecimentos e fez com que adquirisse novos, os quais certamente serão importantes em minha caminhada profissional, meus sinceros agradecimentos



ÍNDICE

	Página
RESUMO	iv
SUMMARY	viii
1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO DE LITERATURA	3
2.1. Molibdênio	3
2.2. Nitrogênio	6
2.3. Composição química da soja	9
2.4. Sistema plantio direto (SPD)	11
2.5. Qualidade fisiológica de sementes	12
3. MATERIAL E MÉTODOS	15
3.1. Avaliações	18
3.1.1. Cultura de cobertura	18
3.1.2. Soja	18
3.1.2. Cultura da soja	18
3.2. Análise estatística	21
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	22
4.1. Massa seca do milheto	22
4.2. Número e massa de nódulos e teor foliar de nitrogênio	22
4.3. Características agronômicas e produtividade de sementes	27
4.4. Teores de nutrientes nas sementes	36
4.5. Qualidade fisiológica das sementes	46
5. CONCLUSÕES	51
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	53



**MODOS DE APLICAÇÃO E DOSES DE MOLIBDÊNIO, ADUBAÇÃO
NITROGENADA E ÉPOCAS DE SEMEADURA DE SOJA CULTIVADA EM
SISTEMA PLANTIO DIRETO: CARACTERÍSTICAS AGRONÔMICAS,
QUALIDADE NUTRICIONAL E FISIOLÓGICA DE SEMENTES**

AUTORA: Rúbia Renata Marques
ORIENTADOR: Edson Lazarini

RESUMO

O Brasil é o segundo produtor mundial de soja, possuindo aumento contínuo da produção, dada a crescente importância que a soja passou a ocupar na economia brasileira, sobretudo por ser uma valiosa fonte de proteína e óleo para a alimentação humana. A composição química da soja pode variar com as condições climáticas, tipo de solo, localização geográfica, variedades e práticas agronômicas, entre outros fatores. Neste sentido, o presente trabalho teve por objetivo avaliar na cultura da soja, cultivada no sistema plantio direto, em duas épocas de semeadura (novembro e fevereiro) e na presença ou ausência de adubação nitrogenada (0 ou 200 kg/ha), a eficácia da aplicação de diferentes doses de molibdênio (25, 50 ou 100 g/ha) em diferentes formas (semente ou foliar aos 30 dias após emergência). Dois tratamentos testemunhas compostos pela ausência de molibdênio e presença ou ausência de adubação nitrogenada, também foram avaliados. O trabalho foi desenvolvido na área experimental da F E /UNESP - Campus de Ilha Solteira, localizada no município de Selvíria - MS (20°22'S, 51°22'W e 335 m de altitude), em um solo LATOSSOLO VERMELHO Distrófico, típico argiloso. As sementes de soja foram inoculadas com inoculante turfoso (500g/50 kg de sementes) e tratadas com fungicidas, em todos os tratamentos. As avaliações constaram de: teor de nitrogênio e molibdênio nas folhas e número e massa seca de nódulos por planta, na época do florescimento pleno; características agronômicas (altura de plantas e de inserção das primeiras vagens, número de vagens e sementes por planta, número de sementes por vagem e massa de 1000 sementes); produtividade de sementes; qualidade nutricional (P, K, Ca, Mg e S e proteína total) e fisiológica (germinação e vigor) das sementes. Pelos resultados obtidos verificou-se que na semeadura de novembro, a inoculação é capaz de proporcionar teor adequado de N na folha, avaliado no florescimento pleno; a adição de nitrogênio via fertilizante ou molibdênio via semente reduzem o número de nódulos por planta e a massa seca de nódulos; na ausência de molibdênio a adubação nitrogenada



aumentou a produção de sementes de soja; houve interação entre molibdênio e adubação nitrogenada, sendo que, na presença da adubação nitrogenada, pode-se utilizar a menor dose de molibdênio ($25 \text{ g de Mo ha}^{-1}$) e na ausência, deve-se utilizar no mínimo $50 \text{ g de Mo ha}^{-1}$ e, na ausência de molibdênio a adubação nitrogenada mineral aumentou o teor de N na semente. Para semeadura de fevereiro verificou-se que a soja responde a adubação nitrogenada, mas simultaneamente deve existir aplicação de molibdênio via semente; a produção de sementes não foi influenciada pelas doses de molibdênio utilizadas; o número de nódulos por planta, a massa seca de nódulos e o teor de N na semente não foram influenciados pelos tratamentos utilizados; o teor de enxofre na semente é maior quando à aplicação de molibdênio é via semente e, o teor de enxofre na semente é influenciado pela dose de molibdênio e forma de aplicação, onde os maiores teores foram obtidos quando na aplicação via semente ou foliar utilizou-se às doses 25 e 50 g ha^{-1} de Mo, respectivamente. Em ambas épocas de semeadura, as sementes produzidas apresentaram independente dos tratamentos utilizados, germinação acima do mínimo exigido para comercialização, no entanto, quanto ao vigor, os testes de envelhecimento acelerado e condutividade elétrica caracterizaram-nas de baixo vigor, principalmente às produzidas na semeadura de novembro.

Palavras-chave: nitrogênio, germinação, vigor, nódulos, *Glycine max*, teor de N foliar.



**MODES OF APPLICATION AND LEVELS OF MOLYBDENUM, NITROGEN
FERTILIZATION AND DATES OF SOWING OF SOYBEAN CULTIVATED IN NO
TILLAGE SYSTEM: AGRONOMIC CHARACTERISTICS, NUTRITIONAL AND
PHYSIOLOGICAL QUALITY OF SEEDS.**

AUTHOR: Rúbia Renata Marques

ADVISOR: Edson Lazarini

SUMMARY

Brazil is the second world producer of soybean, it has had a continuous increase of the production, given to growing importance that the soybean started to occupy in the Brazilian economy, due to be a valuable protein source and oil for the human feeding. The chemical composition of soybean can vary with the climatic conditions, soil type, geographical location, varieties and agronomic practices, among other factors. In this sense, the present work had for objective to evaluate in the soybean, cropped in no tillage system, in two sowing times (November and February) with or without nitrogen fertilization (0 or 200 kg ha⁻¹), the effect of different molybdenum level application (25, 50 or 100 g ha⁻¹) in different forms (seeds before sowing and leaves to the 30 days after emergency). Two treatments control constituted by presence or absence of molybdenum and nitrogen fertilization, are also appraised. The experiment was conducted at Experimental Station of F.E. / UNESP - Campus of Ilha Solteira, located in Selvíria county-MS (20°22'S, 51°22'W and 335m height) in a clayey dystrophic Red Latosol. The soybean seeds were inoculated and treated with fungicides, in all of the treatments. The evaluations were: nitrogen and molybdenum content in the leaves and number and dry mass of nodules for plant, full bloom time; agronomic characteristics (height of plants and first pod insert, number of pod and seeds per plant, number of seeds per pod and mass of 1000 seeds); grain yield; nutritional quality (P, K, Ca, Mg and S and total protein,) and physiologic (germination and vigor) of seeds. The results obtained showed that sowing in November the seed inoculation provide adequated foliar N percentage, in full flowering; the nitrogen fertilization supply or molybdenum application in seeds reduce the number of nodes per plants and dry matter of nodes; in molybdenum absence, nitrogen fertilization increased the soybean seed yield; molybdenum and nitrogen fertilization showed interactions and in a presence of nitrogen fertilization, can be used the



minor molybdenum level (25 g Mo ha^{-1}), but, in the absence of nitrogen fertilization, should be used unless 50 g Mo ha^{-1} and, in an absence of molybdenum, the nitrogen fertilization increase the N content in seeds. For February sowing were verified that the soybean crop answered to nitrogen fertilization but simultaneously should be exist the molybdenum application by seeds; the seed yield didn't have influenced by molybdenum levels applicated; the number of nodes per plant, dry matter of nodes and N seed content were not affected by treatments utilized; the sulfur content in seeds was the highest when the molybdenum was used seed application; the sulfur content in seeds is affected by levels and form of molybdenum application where the highest content were obtained when in the seed or foliar application was used levels the 25 and 50 g Mo ha^{-1} , respectively and, in two sowing periods, seed yield showed the best germination, more than 80%, values adequate for comercialization, but the seed vigour (accelerated aging and electrical conductivity) was poor in seeds obtained in November sowing.

Key-words: nitrogen, germination, vigour, nodes, *Glycine max*, content of N leaf



1. INTRODUÇÃO

Em 2003, o Brasil figurou como o segundo produtor mundial de soja, responsável por 52,5 das 196,8 milhões de toneladas produzidas em nível global, ou seja, 26,7% da safra mundial (DEPARTAMENTO DE AGRICULTURA DOS ESTADOS UNIDOS, 2004).

No Brasil, são poucos os estudos sobre os efeitos dos micronutrientes na fixação de N_2 e na produtividade de soja. Além disso tais estudos tem se concentrado mais na cultura do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.).

O aumento progressivo das produções de soja, fruto do uso intensivo de técnicas agrícolas, vem promovendo uma retirada crescente de micronutrientes dos solos, sem que se estabeleça uma reposição adequada. Associado a esse fato, a má correção da acidez e o seu manejo inadequado, promovendo um decréscimo acentuado no teor de matéria orgânica, provavelmente estariam alterando a disponibilidade de micronutrientes essenciais à nutrição da soja e ao perfeito estabelecimento da associação *Bradyrhizobium* x soja.

Estudos realizados em diferentes regiões do Brasil têm demonstrado deficiência ou toxidez aguda de vários elementos no solo. O molibdênio é um dos elementos que apresentam maior deficiência, principalmente em solos de cerrado.

O molibdênio é essencial em qualquer família vegetal por fazer parte da enzima redutase do nitrato, que reduz o nitrato absorvido pelas plantas a nitrito e posteriormente a amônia para ser incorporado aos compostos orgânicos. Também, possui papel importante, juntamente com o ferro, no processo de fixação simbiótica do nitrogênio atmosférico, eficiente na planta de soja, por serem constituintes da enzima nitrogenase.

O nitrogênio é o elemento exigido em maior quantidade pela cultura da soja, e a quantidade suprida pela maioria dos solos é pequena. É um elemento de relevante importância, pois faz parte da composição de proteínas, lipídeos e carboidratos. A soja pode contar com o

nitrogênio proveniente do solo ou adubo, além da fixação do nitrogênio atmosférico realizada pelos rizóbios que se associam simbioticamente com as raízes dessa leguminosa.

Neste contexto, o presente trabalho teve como objetivo avaliar na cultura da soja sob sistema plantio direto, em duas épocas de semeadura e com presença ou ausência de adubação nitrogenada, a eficácia da aplicação de molibdênio em diferentes doses, via semente ou foliar, nas características agronômicas, produtividade, qualidade fisiológica e teor de nutrientes nas sementes.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. SOJA

A soja (*Glycine max* L.) é uma das principais culturas agrícolas do mundo, sendo produzida em mais de 100 países. No Brasil, a soja é a principal cultura de exportação e a segunda maior produtora. A cultura da soja é caracterizada por ser uma leguminosa, o que significa que ela possui a capacidade de fixar nitrogênio atmosférico no solo através de bactérias simbióticas (rizóbios) que se associam às suas raízes. Essa característica é uma vantagem importante para a soja, pois reduz a necessidade de fertilizantes nitrogenados, tornando-a mais sustentável e econômica. Além disso, a soja é uma fonte rica em proteínas e óleo, sendo utilizada em diversos produtos alimentícios e industriais. A produção de soja no Brasil tem crescido significativamente ao longo dos anos, impulsionada pela demanda global por alimentos e pela expansão da fronteira agrícola. No entanto, a cultura também enfrenta desafios, como pragas, doenças e a necessidade de melhorias genéticas para aumentar a produtividade e a resistência a estresses ambientais.

A soja é uma planta anual, que cresce rapidamente e pode ser cultivada em diferentes épocas do ano, dependendo do clima e da região. Ela é geralmente cultivada em sistemas de plantio direto, onde a palhada da colheita anterior é deixada no solo, o que ajuda a conservar a umidade e a melhorar a estrutura do solo. A colheita da soja ocorre geralmente no outono ou no inverno, dependendo da variedade e das condições locais.

Os principais fatores que influenciam a produtividade da soja são a qualidade do solo, o clima, a disponibilidade de água e nutrientes, e a presença de pragas e doenças. A aplicação de fertilizantes, especialmente de nitrogênio e fósforo, é essencial para garantir uma boa produtividade. Além disso, o uso de variedades de soja adaptadas às condições locais e a adoção de práticas de manejo sustentável são fundamentais para o sucesso da cultura. A pesquisa em melhoramento genético da soja tem sido muito ativa, buscando desenvolver variedades que sejam mais produtivas, resistentes a pragas e doenças, e capazes de crescer em condições de menor disponibilidade de nutrientes.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Molibdênio

Os cultivos excessivos aliados aos aumentos da demanda de nutrientes pela soja, têm provocado decréscimo generalizado na disponibilidade de alguns micronutrientes e até mesmo os solos de alta fertilidade têm, atualmente, apresentando respostas positivas à adição de micronutrientes, como molibdênio e cobalto (CAMPO et al., 1999, p.01-07; CAMPO e HUNGRIA, 2000, p. 146-160).

Alguns micronutrientes são essenciais no processo de fixação simbiótica de nitrogênio atmosférico, entre estes se citam o ferro (EADY e POSTGATE, 1974, p.805-810), o molibdênio (BORTELS, 1937, p. 13-26) e o cobalto (AHMED e EVANS, 1961, p.205-210). O ferro e o molibdênio, segundo Israel et al. (1974, p.500-508), fazem parte da enzima nitrogenase atuando como catalizadores no processo de fixação simbiótica. Esta enzima compõe-se de duas proteínas: o componente I ou dinitrogenase ou Mo-Fe-proteína e o componente II ou dinitrogenase redutase ou Fe-proteína.

De acordo com Camargo e Silva (1975, 258p.) o molibdênio é um dos mais importantes micronutrientes das plantas, pois participa de grande número de reações essenciais do metabolismo vegetal.

Atua no metabolismo do nitrogênio, devido à sua participação como componente da nitrogenase e redutase do nitrato, responsáveis pela redução do nitrato a nitrito no processo de assimilação do nitrogênio, sendo que as espécies vegetais apresentam diferenças quanto às necessidades desse micronutriente, sendo as leguminosas consideradas de alta exigência (FERNANDES et al., 2003).



De acordo com Malavolta (1980) o molibdênio seja talvez o elemento menos abundante no solo e exigido pelas culturas, sendo as crucíferas e as leguminosas as mais exigentes. As leguminosas eficientemente noduladas, apresentam concentrações de molibdênio nos nódulos que chegam a ser dez vezes superiores às encontradas nas folhas. Plantas deficientes em molibdênio apresentam maior acúmulo de NO_3^- e menor acúmulo de compostos amino solúveis. Outra função importante, mas de forma indireta, é na fixação simbiótica do N_2 atmosférico (TANAKA et al., 1993, p.105-136).

Em plantas com sistema simbiótico de fixação de nitrogênio, parte da necessidade de nitrogênio é fornecida pelo solo. A soja (*Glycine max* (L.) Merrill) como qualquer outra leguminosa, tem seu desenvolvimento e produção parcialmente condicionados ao fenômeno da fixação de nitrogênio atmosférico, realizada através do processo simbiótico entre a planta e bactérias altamente especializadas, pertencentes à espécie *Bradyrhizobium japonicum* (BELLINTANI-NETO e LAM-SANCHEZ, 1974, p.13-17).

As bactérias, ao penetrar nas raízes para estabelecer a simbiose, provocam uma reação na planta, aparecendo uma hiperplasia celular, que dá formação a uma estrutura, chamada nódulo. A sua eficiência está na dependência de certos fatores, dentre os quais, o suprimento de molibdênio (MOOY, 1970a, p.11-13), imprescindível para atividade das enzimas nitrogenase e redutase de nitrato (CHENIAE e EVANS, 1959, p.454-462).

Segundo Oliveira e Thung (1988, p.275-279) o molibdênio tem importantes funções no sistema enzimático de fixação de nitrogênio, o que sugere que plantas dependentes de simbiose, quando sujeitas a deficiência desse nutriente, ficam carentes em nitrogênio.

Fatores do solo influenciam na nodulação e fixação de nitrogênio. Segundo Oliveira et al. (1996, p.169-216) as exigências nutricionais das plantas noduladas são maiores que as daquelas que recebem nitrogênio mineral, pois há necessidade de manter a planta, o rizóbio, além de atender os requerimentos do sistema simbiótico. Em solos com deficiência de molibdênio, a soja pode apresentar sintomas característicos da falta do nutriente, ou seja, amarelecimento das plantas e folhas jovens retorcidas, com manchas necróticas nas margens dos limbos e dos folíolos (Peterson e Purvins (1961 apud FERREIRA et al., 2001).

É certo que quanto maior a disponibilidade de molibdênio implica em melhor nutrição nitrogenada da soja. Entretanto, em alguns solos, os conteúdos total e solúvel de molibdênio são baixos e, assim, somente a calagem pode não ser capaz de suprir as necessidades das plantas, segundo Bataglia et al. (1975 apud FERREIRA et al. 2001).

De acordo com Ferreira et al. (2001) o molibdênio é um micronutriente que apresenta mobilidade moderada dentro da planta e sua concentração normalmente é inferior a $1,0 \text{ mg kg}^{-1}$,



mas Pek (1979 apud FERREIRA et al. 2001), relaciona a faixa de 1,0 a 5,0 mg kg⁻¹ como adequada para a soja.

O conteúdo deste micronutriente nas plantas está mais relacionado com o tipo de solo do que com o valor do pH ou níveis de fósforo e potássio. Existe, entretanto, relação entre o valor pH e a resposta ao molibdênio, sendo esta, maior nos solos mais ácidos com pH menor que 6,0; enquanto que em solos com pH 6,9 não há resposta (MOOY, 1970b, p.195-196).

No Brasil, em lavouras de alta produtividade, têm sido comuns as respostas da soja ao molibdênio. No Estado do Paraná, Lantmann et al. (1989, p.45-49) demonstraram que a soja respondeu à aplicação de molibdênio na ausência de calagem, mas não houve resposta quando o solo tinha pH em água acima de 6,0. Por outro lado, quando o pH em água era menor do que 5,6, a simples aplicação de molibdênio às sementes não foi suficiente para que fossem atingidas as produções máximas.

Um dos fatores que interfere na resposta da soja ao molibdênio e dificulta a previsão dos modelos com base na análise de solo, é o seu conteúdo nas sementes. Gurley Giddens (1969 apud FERREIRA et al. 2001) verificaram que sementes de soja com teores de molibdênio de 0,05 a 48,4 mg kg⁻¹ proporcionaram produções de grãos de 1505 a 2755 kg ha⁻¹, mostrando que, se a semente de soja for rica em molibdênio, a aplicação do nutriente pode ser dispensada em solos com deficiência moderada.

O efeito positivo da aplicação de Mo na fixação biológica do N₂ pela soja foi observado em diversos trabalhos, no entanto, outros resultados mostram efeitos tóxicos do Mo sobre a bactéria *Bradyrhizobium*, a nodulação e a eficiência de fixação do N₂ pelo efeito osmótico causado pela utilização de sais como fonte desse elemento. Tais trabalhos tem sido realizados principalmente, em condições controladas, e em campo, a toxicidade na bactéria inoculada ocorre com a mesma intensidade, mas tem recebido menor atenção porque a presença da bactéria no solo tem favorecido boa nodulação e fixação do nitrogênio (CAMPO et al., 1999, p.1-7).

O suprimento de molibdênio pode ser feito de diversas maneiras, como: revestimento das sementes com fosforita mais molibdênio, aplicação foliar em plantas jovens, aplicação direta no solo, uso de sementes ricas no elemento e finalmente é possível torná-lo disponível à planta através da calagem (FREITAS, 1970).

A aplicação de molibdênio, tanto nas sementes como via foliar, tem sido eficiente. Entretanto, a aplicação às sementes requer doses bem menores, da ordem de 30 a 60 g ha⁻¹. Na aplicação foliar, são necessárias doses maiores de molibdênio, da ordem de 1000 a 2000 g/ha.



Assim, o tratamento de sementes é usualmente o meio mais prático de aplicar molibdênio para a cultura da soja (FERREIRA et al., 2001).

Marchetti et al. (2003) avaliando doses crescentes de fósforo, cobalto e molibdênio, aplicados via semente em soja, verificaram que houve maior conteúdo de nitrogênio na planta em função do aumento da dose de molibdênio e que a maior concentração estimada de nitrogênio na planta ($45,1 \text{ g kg}^{-1}$) foi obtido com $74,1 \text{ g ha}^{-1}$ de Mo.

De acordo com Fernandes et al. (2003) o fornecimento de doses crescentes de molibdênio via foliar, não interferiu nos componentes de produção e produtividade do feijoeiro cultivado no período de inverno em sistema de plantio direto.

Segundo Bellintani-Neto e Lam-Sanchez (1974, p.13-17) a floração, maturação, altura das plantas e altura da inserção da primeira vagem em soja, não foram fatores influenciados pelo molibdênio; já os resultados encontrados com relação ao peso seco de nódulos evidenciam sua influência.

2.2. Nitrogênio

O nitrogênio é um dos elementos mais abundantes na natureza, porém, na forma de N_2 , encontrado na atmosfera, não está prontamente disponível às plantas. O maior reservatório de N nos solos está ligado a cadeias carbônicas da matéria orgânica, também em formas não diretamente disponíveis para as plantas. Geralmente menos de 5% do N total está em formas inorgânicas como o íon amônio (NH_4^+) e o íon nitrato (NO_3^-) (SÁ, 1996, p.5).

O nitrogênio é um elemento essencial para o crescimento das plantas, pois é parte de cada célula viva, sendo constituinte de moléculas de proteína, enzimas, ácidos nucleicos e citocromos, além de sua importante função como integrante da molécula de clorofila (BÜLL, 1993, p.63-145; MALAVOLTA, 1994, p.19-43).

Segundo Raij (1991) o manejo da adubação nitrogenada é um dos mais difíceis, devido à ausência de efeitos residuais diretos e à complexidade dos processos que regulam a sua dinâmica no solo.

A recomendação atual para o cultivo da soja é a da utilização de inoculante sem a suplementação com fertilizantes nitrogenados (EMBRAPA, 2001, p.267). Vargas et al. (1982, p.20-23) relatou que não há evidências de benefícios da adubação nitrogenada para a cultura da soja cultivada em solos de cerrados, com exceção nos casos em que não ocorra nodulação.

A transformação do N_2 atmosférico em amônia (NH_3), no processo de fixação biológica de nitrogênio (FBN) é intermediado pela enzima nitrogenase, presente em determinados grupos

de bactérias. No caso da soja, a simbiose ocorre com bactérias das espécies *Bradyrhizobium japonicum* e *B. elkanii*, formadoras de nódulos nas raízes, onde captam o N_2 atmosférico, que, após a sua transformação, poderá então ser utilizada pela planta. Em troca, a planta fornece às bactérias, energia obtida através da fotossíntese. Assim, forma-se uma perfeita associação, sendo planta e bactéria mutuamente favorecidas.

Conforme modelo apresentado por Alves et al. (2000 apud MERCANTE et al., 2002, p.1-6) o processo de FBN é iniciado na cultura da soja quando o N disponível do solo já não é mais suficiente para atender à demanda da cultura. Nas áreas sob plantio direto, em que a disponibilidade de N é baixa, principalmente nos primeiros anos de implantação, o processo de FBN é iniciado precocemente, o que não se observa em áreas de plantio convencional.

A fixação do nitrogênio atmosférico inicia-se normalmente entre 3 e 5 semanas após o plantio. O nitrogênio que supre as plantas até então é oriundo das sementes e do solo. A demanda de nitrogênio nesta fase é baixa, entretanto, em solos extremamente deficientes, pequena dose de N mineral aplicada no plantio poderia estimular maior crescimento inicial das plantas e, em consequência, aumentar a nodulação e a produção de grãos (FRANCO et al., 1978, p.110-114).

A habilidade da soja em usar simultaneamente nitrogênio do solo e N_2 atmosférico tem mascarado respostas à adubação nitrogenada. Em experimentos com linhagens de soja que não nodulam, são necessárias doses extremamente altas de adubos nitrogenados para obter produções equivalentes às das linhagens que nodulam (BHANFGOO e ALBRITTON, 1975).

Em diversos estudos realizados nos Estados Unidos, aplicou-se nitrogênio em soja nodulada e não-nodulada, na premissa de que, naqueles genótipos não nodulados haveria maior eficiência na utilização de N pela planta devido à economia na energia despendida na manutenção de um sistema nodular. Entretanto, não verificou-se produção superior nas plantas não noduladas em relação às noduladas, em nenhuma das doses de nitrogênio aplicadas (WAGNER 1962, p.797; WEBER 1966a,b, p.43-46, p.46-48). De fato, Weber (1966a, p.43-46) relatou que, em linhagens isogênicas noduladas, sempre houve maior produção de grãos do que nas não noduladas, utilizando-se a mesma quantidade de fertilizante. Sugeriu-se que o nitrogênio simbiótico seria uma fonte mais aproveitável de N do que aquele proveniente de fertilizante, ainda que a necessidade de energia para a simbiose e redução do N fixado fosse menor do que aquela requerida para a absorção de nitrato e sua subsequente redução pela linhagem isogênica não nodulada.

Para atingir a produtividade de $2,4 \text{ t ha}^{-1}$ de grãos, são necessários $200 \text{ kg de N ha}^{-1}$. Desse N, aproximadamente 70%, ou seja, 140 kg , são exportados da propriedade através dos

grãos. Devido aos avanços tecnológicos obtidos, que resultam em produtividades de até 90 sacas ha^{-1} , os grãos exportarão até 315 kg de N ha^{-1} . Conseqüentemente, caso o fornecimento de N para a cultura da soja não seja adequado, logo haverá um esgotamento do reservatório de N do solo (HUNGRIA et al., 1997, p.1-4).

Mesmo na presença de adequada inoculação, alguns autores como Hatfield et al. (1974, p.112-114) e Vasconcelos et al. (1974, p.99-104) evidenciaram a importância do suprimento de N no solo para o crescimento inicial da soja. Outros trabalhos como o de Shibles (1998 apud Schmitt, 2001, p.983-988) relatam que a capacidade de fixação simbiótica de N_2 começa a cair rapidamente após o estágio de crescimento R5, que corresponde ao estágio de maior demanda de síntese de proteínas.

Segundo Imsande (1992) e Paek et al. (1997 apud FABRE e PLANCHON, 2000, p.51-58), devido à alta demanda de N pela semente, a soja pode se tornar deficiente deste elemento durante o enchimento de grãos. Afza et al. (1987 apud SCHMITT, 2001, p.983-988) relataram que a aplicação de nitrogênio durante o enchimento dos grãos resultou em um aumento de 37% na produção, comparado com um controle que recebeu 20 kg de N ha^{-1} na semeadura. Portanto, para elevar a produção de grãos, o teor de N nos grãos e a produção de matéria verde, algum N deve ser fornecido do solo durante o enchimento dos grãos (Imsande, 1998 apud FABRE, 2000, p.51-58).

Barni e Kolling (1981, p.533-536), utilizando doses crescentes de N (8 a 128 kg ha^{-1}) na semeadura, não observaram aumentos no rendimento da soja e verificaram redução no número e peso dos nódulos.

Mercante et al. (2002) em estudo com a adição de 200 kg de N ha^{-1} , demonstraram que a reinoculação em áreas que já inoculadas anteriormente pode proporcionar ganhos no rendimento de grãos da soja tanto no sistema convencional como no sistema plantio direto e que a adição de fertilizantes nitrogenados, em qualquer estágio de desenvolvimento das plantas, mostrou-se desnecessária, devido ao fato de não contribuir para o aumento significativo da produtividade da cultura, além de prejudicar a nodulação e o processo de fixação biológica de nitrogênio.

Por outro lado, Rios e Santos (1973, p.63-67) e Oliveira (1987), utilizando níveis de 20, 40, 60 e 120 kg de N ha^{-1} aplicados em cobertura na época da floração, obtiveram aumento significativo no rendimento de grãos com a dose de 40 kg de N ha^{-1} .

Segundo Freeborn et al. (2001, p.1200-1209) uma solução para o suprimento adequado da quantidade de N requerida pelas plantas sem prejudicar a fixação biológica do nitrogênio é a aplicação durante o estágio reprodutivo. Vários trabalhos mostraram incremento na

produtividade devido à adubação nitrogenada foliar efetuada neste estágio de desenvolvimento das plantas. Aplicações de N via solo também apresentaram resultados positivos para a aplicação no estágio reprodutivo (RIOS e SANTOS, 1978, p.216).

2.3. Composição química da soja

Apesar do interesse comercial no óleo e na proteína da soja, no Brasil, os teores nos grãos não são considerados para efeito de comercialização (TANAKA et al., 1995, p.463-469). No entanto, é desejável que haja uma interação positiva entre o aumento da produtividade e teores de óleo e proteína, acarretando um menor custo dos produtos derivados da soja.

A variação da composição química de grãos maduros de soja em função de localidades, adubação, anos consecutivos de plantio, tipos de solo, práticas culturais, armazenamento e posição das vagens nas plantas, tem sido objetivo de vários estudos (MASCARENHAS et al., 1981, p.185).

Por causa da sua composição química, a soja tem sido indicada como uma das soluções do problema mundial da fome. Em geral, os conteúdos de óleo e proteína perfazem cerca de 60% do seu peso, e os carboidratos cerca de 34% (KAWAMURA, 1957, p.249-254). Os teores de proteína estão correlacionados negativamente com o óleo (HYMOWITZ et al., 1972b, p.367-373).

Além desses estudos, outros têm sido desenvolvidos para elucidar a síntese e acúmulo de substâncias de reserva (SILVA et al., 1981, p.11-19) e a influência de fatores climáticos sobre o acúmulo e composição do óleo durante o desenvolvimento de grãos de soja (FARACO et al., 1982, p.544-553).

O teor de óleo é proporcionalmente mais elevado em grãos pequenos (KROBER e CARTTER, 1962, p.171-172) e em grãos de cultivares precoces (KRIVORUCHCO et al., 1979, p.217-219).

Trabalhos de Krober e Cartter (1962, p.171-172) e Hymowitz et al. (1972b, p.367-373) exploraram as relações entre os principais constituintes dos grãos de soja (proteína, óleo e carboidratos), fornecendo informações importantes para possível seleção ou melhoramento de plantas visando um produto de melhor valor nutricional.

De acordo com Chapman et al. (1976, p.54-56), temperaturas mais elevadas são responsáveis, por acúmulo de óleo em grãos de soja com menor qualidade de ácidos graxos linoléico e linolênico. Da mesma forma Chu e Sheldon (1979, p.71-73) encontraram aumento de ácidos graxos insaturados quando as plantas de soja foram cultivadas em solo irrigado,

mostrando, ainda, que o aumento relativo dos ácidos graxos linoléico e linolênico implicou sempre em decréscimo do teor de ácido oléico.

Segundo Millerd (1975, p.53-72) as proteínas de reserva de grãos de soja são globulinas e apresentam teor elevado de lisina e deficiência em aminoácidos sulfurados (ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA AGRICULTURA Y LA ALIMENTACIÓN, 1976). A qualidade da proteína da soja é limitada por uma deficiência em aminoácidos sulfurados, sendo metionina o limitante. A cistina não é um aminoácido essencial, porém suplementa a metionina até certo ponto. O conteúdo de metionina varia de 1,00 a 1,90 g $16 \text{ g}^{-1} \text{ N}$, por influências genéticas e ambientais (KAKADE et al., 1972, p.87-90).

Dos aminoácidos presentes na soja, os mais abundantes são o ácido glutâmico e o ácido aspártico, cujo seu conteúdo representa cerca de 40% do total de proteína; e os aminoácidos presentes em menor quantidade são metionina e triptofano (VIEIRA et al., 1999, p.1265-1276).

Dentre os carboidratos, os açúcares totais correspondem principalmente aos polissacarídeos, sacarose, estaquiose e rafinose que, segundo Yazdi-Samadi et al. (1977, p.481-486), ocorrem com teores correspondentes a 60, 36 e 4% do total respectivamente. Os oligossacarídeos, estaquiose e rafinose são considerados indesejáveis por atribuir-se-lhes a causa da flatulência, verificada quando há ingestão de alimentos que contém soja (HYMOWITZ et al., 1972a, p.613-616). Os polissacarídeos que ocorrem em cotilédones de soja são principalmente, arabinogalactanas e, em menor quantidade arabinanas (ASPINALL et al., 1967, p.223-261).

Geralmente, o K é o mineral mais encontrado na planta de soja, os conteúdos de P, Ca e Mg, podem variar de acordo com a cultivar, juntamente com os teores de Fe, Mn e Na, que também apresentam variações (VIEIRA et al., 1999, p.1265-1276). Essas variações podem estar relacionadas com as condições de cultivo, clima, solo e adubação (COSTA et al., 1973, p.305-319).

Fazem parte também da composição química da soja as isoflavonas, tais como genisteína, daidezeína e gliciteína. Os níveis de isoflavonas na soja variam em mais que o triplo, dependendo da variedade e das condições de crescimento (BRUSULEMA, 2001, 5p.).

Sfredo et al. (1994, p.1-7) obtiveram resposta significativa na produção de soja (480 kg ha^{-1}) com aplicação de Mo e Co e também observaram aumento de 6% (equivalente a 300 kg ha^{-1}) no teor de proteína dos grãos. Verificaram também que as diferenças entre os tratamentos sem Mo e com Mo são grandes, a favor dos tratamentos com Mo, o que mostrou a grande influência deste nutriente no transporte de N dentro da planta.

Lantmann et al. (1989, p.45-49), em trabalhos com doses de Mo e calcário, concluíram que o Mo aumenta a produtividade da soja e a proteína nos grãos, em condições de baixo pH.

2.4. Sistema plantio direto (SPD)

A área plantada no sistema plantio direto tem aumentado rapidamente no Brasil, principalmente nos últimos anos. Estima-se que hoje o sistema plantio direto ocupe 20 milhões de hectares ou ao redor de 50% da área com culturas anuais do país. O plantio direto é, de fato, a nova revolução, após a grande revolução que representou a abertura dos cerrados para a agricultura (YAMADA, 2003).

Desde décadas remotas em que o homem tornou-se agricultor e começou a adotar métodos de preparo de solo, a mudança do ecossistema para o agroecossistema provocou alterações profundas nas propriedades químicas, físicas e biológicas dos solos (SÁ, 1993). A prática do “mulching” que é a colocação na superfície ou incorporação ao solo de material orgânico objetivando a proteção e aumento da fertilidade do solo, é, segundo Unger e McCalla (1980), prática tão antiga quanto à própria agricultura.

Na expansão da agricultura nos cerrados, houve adoção de sistemas de mecanização utilizados em outras regiões do País no preparo do solo. Entende-se como preparo do solo, o conjunto de operações realizadas antes da semeadura, para revolver o solo, expondo-o ao ar, ao sol e a ação de máquinas, além de incorporar restos de culturas, fertilizantes ou corretivos e enterrar a cobertura vegetal como forma de eliminar plantas daninhas (FOLLE e SIXAS, 1980, p.385-408).

Muzilli (1985, p.147-158) conceituou o plantio direto como o processo de semeadura em solo não revolvido, no qual a semente é colocada em sulcos ou covas, com largura e profundidade suficientes para a adequada cobertura e contato das sementes com a terra. Atualmente, este conceito assume a visão integrada de um sistema, envolvendo a combinação de práticas culturais ou biológicas, tais como: o uso de produtos químicos ou práticas mecânicas no manejo de culturas destinadas à adubação verde, para a formação de coberturas do solo; a manutenção dos resíduos culturais na superfície do solo; adoção de métodos integrados de controle de plantas daninhas, através de cobertura do solo e herbicidas e o não revolvimento do solo, exceto nos sulcos de semeadura (SÁ, 1995, p.2).

O plantio direto é um sistema de semeadura no qual a semente e o adubo são colocados diretamente no solo não revolvido, usando-se máquinas especiais. É aberto somente um sulco, de profundidade e largura suficientes para garantir uma boa cobertura e contato da semente com

o solo. O sistema prepara no máximo 25% a 30% da superfície do solo, o que pode favorecer o desenvolvimento e a sobrevivência de algumas pragas. O controle de plantas daninhas, operação fundamental no sistema, é geralmente feito com herbicidas aplicados antes ou depois da instalação da cultura (SILVEIRA et al., 2001, p.257-263).

Dentre as vantagens que o plantio direto apresenta sobre o preparo convencional podem ser ressaltadas como principais o controle de plantas daninhas, a melhoria na estruturação do solo e nas condições fitossanitárias das culturas (MUZILLI, 1981, p.199-203). Entretanto, conforme mencionaram Lazarini e Mello (1998) as desvantagens do plantio direto estão ligadas à necessidade de máquinas apropriadas, a possibilidade de aumento no ciclo da cultura e à maior incidência de pragas e doenças, quando o sistema não é manejado adequadamente.

Sistemas de manejo com menor revolvimento, como o cultivo mínimo ou plantio direto, em virtude da maior proteção que conferem ao solo, da restrita mobilização da camada arável e da maior diversificação de espécies, tem sido mais viável sob condições agroecológicas do Cerrado, conciliando produtividade satisfatória, economicidade e equilíbrio ambiental (URCHEI et al., 2000, p.497-506). O sistema plantio direto, além de reduzir as perdas de solo, tanto no inverno como no verão, possibilita a semeadura de soja em época recomendada (BARKER e WUNSCH, 1997, p.114-120).

No sistema plantio direto foi constatado o favorecimento a nodulação das raízes de soja, em comparação com plantio em solo preparado convencionalmente, em experimentos conduzidos em Londrina e em Carambeí, no Paraná (VOSS e SIDIRAS, 1985, p.775-782).

Segundo Spehar e Landers (1997, p.127-131), o sistema plantio direto é tipificado na região dos cerrados pelo cultivo de verão com milho ou soja, sucedidos por milho, sorgo ou milheto no outono (safrinha).

2.5. Qualidade fisiológica de sementes

Para Popinigis (1975 p.65-80) a qualidade fisiológica da semente, caracterizada pela sua longevidade, germinação e vigor, pode ser alterada por diversos fatores. O poder germinativo das sementes fornece informações úteis para fins de comercialização e densidade de semeadura, porém não prediz o comportamento de um lote em condições de campo. Os testes de vigor avaliam as transformações degenerativas mais sutis não detectadas pelo teste de germinação, propiciando melhor comparação entre o potencial desempenho de diferentes lotes. A qualidade pode ser melhorada através de medidas preventivas de controle de qualidade na produção e no beneficiamento, e mantida através de condições favoráveis de armazenamento.



A soja é uma cultura que, a exemplo de muitas outras utilizadas na alimentação humana e animal, apresenta diversos problemas quanto à obtenção de sementes de alta qualidade para uma boa produtividade (DHINGRA, 1985, p.139-145 e WETZEL, 1987, p.260-275). O emprego de sementes de alta qualidade conjugada com práticas culturais adequadas, auxilia na obtenção de altas produções (FORMOSO e KOEHN, 1977, p.57-62)

Pereira e Costa (1981, p.75-78) relataram que, de um modo geral, a baixa qualidade fisiológica da semente de soja, produzida em diferentes regiões do Brasil, é determinada por um conjunto de fatores, dentre os quais destacaram a ocorrência de chuvas, alternância de temperaturas e flutuações de umidade relativa do ar após as mesmas atingirem a maturidade fisiológica. Estes aspectos foram revelados pela pesquisa de avaliação da qualidade fisiológica de sementes realizada nos Estados do Paraná e do Mato Grosso do Sul. Em regiões onde se verificaram condições climáticas adversas antes do processo de colheita, uma das opções para a melhoria da qualidade da semente foi a colheita um pouco antecipada, ou seja, quando o grau de umidade estava na faixa de 15 a 27%.

Braccini et al. (1997 p.80-87) evidenciaram que sementes de soja são extremamente problemáticas em termos de qualidade fisiológica, apresentando-se altamente suscetíveis às condições de meio ambiente, tanto na época de semeadura quanto na colheita. Por conseguinte o uso de sementes de qualidade aliado a condições ambientais favoráveis, constitui-se em um fator de vital importância na obtenção de um estabelecimento adequado da cultura da soja, e conseqüentemente maiores resultados por unidade de área.

O uso de fertilizantes em campos de produção de sementes é mais comum do que nas lavouras de consumo. O emprego de fórmulas equilibradas estimula a produção de sementes (TOLEDO e MARCOS FILHO, 1997, p.224), por afetar a formação do embrião e dos órgãos de reserva, assim como a composição química, o metabolismo e o vigor (CARVALHO e NAKAGAWA, 1980, p.224) e também altera o tamanho, a forma, o peso e a coloração, bem como evita algumas anomalias no desenvolvimento de plântulas, manifestações mais comuns, decorrentes das deficiências minerais (DELOUCHE, 1981 p.57-64).

Gonçalves Jr, et al. (2002) estudando a germinação de sementes e o desenvolvimento de plantas de milho em resposta ao tratamento com molibdênio, via semente e nas doses 0; 2,0; 4,0; 6,0 e 8,0 g de molibdênio por kg^{-1} de sementes verificaram que as sementes tratadas com doses de molibdênio superiores a 4g kg^{-1} de sementes apresentaram germinação reduzida.

Ambrosano et al. (1999, p.393-399) estudando efeitos da adubação nitrogenada ($60\text{ kg de N ha}^{-1}$) aplicada parceladamente e micronutrientes (em mistura contendo boro, molibdênio e zinco, na forma de 340, 68 e 1.700 g.ha^{-1} de ácido bórico, molibdato de sódio e sulfato de zinco,

respectivamente) na qualidade fisiológica de sementes do feijoeiro, verificaram que o fornecimento de nitrogênio e micronutrientes não influenciaram a qualidade fisiológica das sementes obtidas.

Silva et al. (2001, p.51-55) estudando doses de nitrogênio (0, 20, 40 e 60 kg ha⁻¹) aplicadas em duas épocas (perfilhamento e emborrachamento) concluíram que a qualidade fisiológica das sementes de aveia preta não foi afetada pela aplicação de nitrogênio, independente da época de sua aplicação.

Pesquisas realizadas com soja, relacionando a aplicação de molibdênio e/ou outros nutrientes e teores desses nas sementes obtidas e qualidade fisiológica das mesmas são restritas, e por isso, a realização de novos trabalhos utilizando variedades recentes e em solo característico de uma região em franca expansão de área cultivada com esta cultura, aliado ao sistema de cultivo (plantio direto), também recente em termos utilização em grandes áreas, é importante, devido buscar informações que possam levar a uma maior produtividade e com qualidade nutricional e fisiológica.



3. MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho foi desenvolvido na área experimental da Fazenda de Ensino e Pesquisa da Faculdade de Engenharia/UNESP, Campus de Ilha Solteira, localizada no município de Selvíria-MS, apresentando como coordenadas geográficas 51°22'W e 20°22'S e altitude aproximada de 335 m.

O clima da região é do tipo Aw, definido como tropical úmido com estação chuvosa no verão e seca no inverno, segundo a classificação internacional de Köppen, apresentando temperatura, precipitação e umidade relativa média anual de 24,5°C, 1370 mm e 64,8%, respectivamente (HERNANDEZ et al., 1995).

O solo da área em estudo foi previamente classificado como Latossolo Vermelho-Escuro álico, textura argilosa, relevo moderadamente plano a levemente ondulado segundo Demattê (1980) correspondendo ao LATOSSOLO VERMELHO Distrófico típico argiloso, A moderado, hipodistrófico, álico, caulínítico, férrico, compactado, muito profundo, moderadamente ácido (LDV), segundo a nova denominação do Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (EMBRAPA, 1999).

Inicialmente foi realizada uma amostragem do solo na área experimental, em julho de 2002, tomando-se aleatoriamente 10 amostras simples à profundidade de 0 - 0,20 m. A amostra composta foi seca à sombra e então submetidas às determinações químicas de rotina pelo método de Raij e Quaggio (1983, p.1-31). Na Tabela 1 encontram-se os resultados obtidos que foram utilizados para determinar a necessidade de calagem e quantidade de P e K a serem utilizados como adubação no sulco de semeadura, na instalação da cultura.

O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados, com os tratamentos dispostos e um esquema fatorial 2x3x2, com quatro repetições, ou seja, doses de nitrogênio aplicadas parceladamente (0 ou 200 kg ha⁻¹), doses de molibdênio (25, 50 ou 100 g ha⁻¹) e



modos de aplicação do molibdênio (semente ou foliar). Também foram avaliados dois tratamentos testemunhas, constituídos de ausência de molibdênio e com presença ou ausência de nitrogênio (0 ou 200 kg ha⁻¹) (Tabela 2). Todos os tratamentos foram avaliados em duas épocas de semeadura, ou seja, em novembro e fevereiro.

Tabela 1. Resultados da análise química da amostra de solo da área experimental, retirada antes da instalação dos ensaios.

Profundidade	pH	M.O.	P resina	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	H + Al	SB	CTC	V
m	CaCl ₂	g/dm ³	mg/dm ³	mmol _c .dm ³						%
0 - 0,20	4,5	22	12	15	7	2,5	38	24,5	62,5	39

Tabela 2. Tratamentos utilizados nos ensaios envolvendo nitrogênio, molibdênio e modos de aplicação do molibdênio.

Tratamento	Nitrogênio (kg ha ⁻¹)	Molibdênio (g ha ⁻¹)	Modo de aplicação do Mo
1*	0	0	-
2*	200	0	-
3	0	25	Semente
4	0	25	Folha
5	0	50	Semente
6	0	50	Folha
7	0	100	Semente
8	0	100	Folha
9	200	25	Semente
10	200	25	Folha
11	200	50	Semente
12	200	50	Folha
13	200	100	Semente
14	200	100	Folha

* tratamentos utilizados como testemunha

Utilizou-se na calagem o calcário dolomítico e a quantidade calculada (1,54 t ha⁻¹) visou elevar a saturação por bases da camada 0 - 0,20 m do solo à aproximadamente 60% (RAIJ et al., 1996, p.285), sendo incorporado nas operações de preparo do solo (grade pesada + niveladora) para semeadura do milho. No início de agosto foi feita a semeadura da cultura do milho (20 kg de semente ha⁻¹) em um espaçamento de 0,34 m entre linhas, com a finalidade de produção de massa seca para cobertura do solo.

Em função da escassez de chuva que ocorre na região nesse período, a cultura do milho recebeu suplementação hídrica, de acordo com a necessidade, para que a mesma pudesse ter um bom desenvolvimento da parte aérea. Em 13 de novembro de 2002, o milho foi dessecado com herbicida a base de glyphosate ($1080\text{g i.a. ha}^{-1}$). A área onde foi instalada a segunda época de semeadura, permaneceu com cobertura do milho (dessecado) e em 04/02/2003, em função do surgimento, principalmente de plantas daninhas, foi realizada nova dessecção com mistura de herbicidas a base de glyphosate (700g i.a. ha^{-1}) e chlorimuron - ethyl (30g i.a. ha^{-1}).

A primeira semeadura ocorreu em 22/11/2002 e a segunda em 13/02/2003 (safrinha) com germinação ocorrendo cinco dias após a semeadura para ambas épocas.

A dose de nitrogênio utilizada (200 kg ha^{-1}) foi aplicada parceladamente, ou seja, metade imediatamente após a semeadura, superficial e ao lado do sulco e o restante, 30 dias após a emergência (DAE), sendo em ambas ocasiões, logo após a aplicação, a área foi irrigada para incorporação do nitrogênio e evitar perdas por volatilização. A fonte de nitrogênio utilizada foi a uréia. Para o molibdênio, tanto para aplicação via semente quanto via foliar, utilizou-se como fonte o produto Fertilis-mol, com 15% de molibdênio e densidade de $1,32\text{ g/cm}^3$.

A adubação utilizada no sulco de semeadura foi de $60\text{ kg P}_2\text{O}_5\text{ ha}^{-1}$ e $50\text{ kg K}_2\text{O ha}^{-1}$, tendo como fonte o superfosfato simples e o cloreto de potássio, respectivamente. As quantidades de fósforo e potássio utilizadas foram idênticas nas duas épocas de semeadura e foram baseadas nos resultados da análise química do solo seguindo as recomendações de Mascarenhas e Tanaka (1996, p.202-203).

Momentos antes da semeadura da soja nas duas épocas avaliadas, as sementes foram tratadas com fungicida com princípio ativo carboxin + thiram, na dose de $50 + 50\text{ g i.a. }100\text{ kg}^{-1}$ de sementes. Simultaneamente ao tratamento de sementes, foi adicionado para os respectivos tratamentos, as doses de molibdênio. Para os tratamentos testemunha e aplicação de molibdênio via foliar, utilizou-se apenas sementes com fungicida e inoculante. A inoculação foi realizada com inoculante a base de turfa, utilizando-se $160.000\text{ células semente}^{-1}$ (EMBRAPA, 2001, p.142-148).

As parcelas constaram de sete linhas com 10,0 m de comprimento, espaçadas com 0,45 m, considerando-se como área útil as cinco linhas centrais desprezando-se 1,0 m em cada extremidade. A densidade de semeadura foi de vinte sementes por metro de sulco, sendo utilizadas sementes de soja do cultivar Conquista (MG/BR 46), recomendada para a região e considerada de ciclo médio (EMBRAPA, 2001). As semeaduras foram realizadas com



semeadora-adubadora de precisão, para plantio direto, marca Marchesan, modelo Suprema – Pneumática, de arrasto, acionamento por controle remoto com sete linhas e disco de corte frontal para corte de cobertura morta e fiação para adubo.

A aplicação do molibdênio via foliar, nos respectivos tratamentos foi realizada 30 DAE, ou seja, em 27/12/2002 e 22/03/2003, respectivamente para a semeadura de novembro e fevereiro. A aplicação foi realizada, com o auxílio de um pulverizador costal, equipado com bico cônico e calibrado para vazão de 200 L ha⁻¹.

O controle de plantas daninhas foi realizado na primeira semeadura através da aplicação de herbicida com princípio ativo haloxyfop-methyl (48 g i.a. ha⁻¹), adicionando-se 0,5 L ha⁻¹ de óleo mineral, em 23/12/2002 e catação manual de plantas daninhas de folha larga em 30/12/2002. Na segunda semeadura, as plantas daninhas foram controladas com aplicação de herbicida em pré-emergência a base de metholachlor, na dose de 1500 g i.a. ha⁻¹.

O controle de pragas e doenças foram realizados de acordo com as recomendações para a cultura da soja (EMBRAPA, 2001), procurando manter alto nível de sanidade na cultura.

3.1. Avaliações

3.1.1. Cultura de cobertura:

Produção de massa seca: coletou-se no dia 13/11/2002, aleatoriamente na área experimental, quatro amostras de toda parte aérea das plantas contidas em duas linhas com 1,0 m de comprimento. O material colhido foi acondicionado em sacos de papel, devidamente identificados, e levados para secagem em estufa de circulação forçada de ar a 65°C, até atingir peso constante, sendo a seguir, pesados e os dados transformados em kg ha⁻¹ de massa seca produzida.

3.1.2. Cultura da soja

População inicial e final: foram contadas todas as plantas em 2,0 m de duas linhas da área útil em cada parcela, aos 15 DAE e antes da colheita, respectivamente. Os dados posteriormente foram transformados em população de plantas ha⁻¹.

Teor de nitrogênio nas folhas: foi coletada, no estágio R2 (florescimento pleno), a terceira folha desenvolvida com o pecíolo a partir do ápice da planta na haste principal, de 30 plantas na área útil de cada parcela, de acordo com RAIJ et al. (1996). O teor de N foi determinado segundo método descrito por MALAVOLTA et al. (1989).



Número de nódulos/planta: com auxílio de uma pá reta, foi retirado na época do florescimento pleno, o sistema radicular de quatro plantas seguidas na segunda linha e a 1,0 m a partir da bordadura em cada parcela, contido a uma profundidade aproximada de 0 - 0,20 m, para determinação do número e massa seca de nódulos por planta. As raízes foram levadas ao laboratório para lavagem e separação dos nódulos. Após contagem, os nódulos obtidos foram colocados para secar em estufa (65 °C até peso constante) com posterior pesagem e determinação da massa seca de nódulos por planta. A coleta de nódulos foi realizada em 15/01/2003 para semeadura de novembro e 08/04/2003 para semeadura de fevereiro.

Características agronômicas: por ocasião da colheita realizada em 31/03/2003, para semeadura de novembro e 26/05/2003, para semeadura de fevereiro, coletou-se uma amostra de cinco plantas em local pré-determinado na área útil de cada parcela para determinação dos componentes de rendimento:

- **Altura da planta:** foi obtido medindo-se à distância entre o colo e o ápice da haste principal.
- **Altura de inserção das primeiras vagens:** medindo-se à distância entre o colo da planta e a inserção das primeiras vagens;
- **Número de vagens/planta:** foram destacadas e contadas todas as vagens que apresentavam sementes, dividindo-se pelo número de plantas avaliadas.
- **Número de grãos/planta:** das vagens obtidas, retirou-se as sementes, contando-as e dividiu-se n pelo número de plantas avaliadas.
- **Número de grãos/vagem:** foi obtido dividindo-se o número de sementes pelo número de vagens por planta.
- **Massa de 1000 grãos:** Avaliou-se através da contagem de 1000 sementes da produção obtida, em cada parcela e posterior pesagem em balança de precisão (0,01 g). Essa avaliação foi realizada simultaneamente a pesagem e determinação da umidade das sementes para determinação da produção, para utilização da umidade das sementes determinada e também correção da massa de 1000 sementes a 13% de umidade (base úmida).

Produção de sementes: para determinação da produção de sementes, em cada parcela, na área útil coletou-se manualmente as plantas contidas nas três linhas centrais com 2,0 m de comprimento. Após a secagem ao sol, as mesmas foram submetidas a trilhagem mecânica, sendo as sementes pesadas em balança de precisão (0,01g) e os dados transformados em kg ha⁻¹. Logo após foi determinada a umidade (método da estufa - 105 ± 3°C/24 horas) para posterior correção da massa da produção obtida a 13% de umidade (base úmida).



Qualidade nutricional das sementes: da produção obtida, tomou-se uma amostra que após secagem e moagem em moinho tipo Willey, foi utilizada para as seguintes determinações:

- **Teor de N, P, K, Ca, Mg e S:** segundo metodologia descrita por MALAVOLTA et al. (1989);
- **Proteína total:** o teor de proteína total foi obtido através da multiplicação do teor de N determinado pelo fator 6,25 (A.O.A.C., 1970).

Qualidade fisiológica das sementes imediatamente após a colheita

Teste de germinação: foi realizado com seis sub-amostras de 50 sementes para cada tratamento, em germinador regulado para manter a temperatura constante à 25 °C, utilizando como substrato folhas de papel-toalha tipo Germitest. O substrato foi umedecido com quantidade de água equivalente a 2,5 vezes o seu peso. Após a montagem dos rolos, estes foram embalados em sacos plásticos e colocados no germinador na posição vertical. As contagens foram realizadas aos cinco e oito dias após a instalação do teste, de acordo com os critérios estabelecidos pelas RAS (BRASIL, 1992).

Testes de vigor:

Primeira contagem da germinação: foi realizada juntamente com o teste de germinação e constou do registro da porcentagem de plântulas normais, verificada cinco dias após a instalação do teste (BRASIL, 1992).

Teste de envelhecimento acelerado: foi conduzido com seis sub-amostras de 50 sementes, para cada tratamento, distribuídas sobre bandeja de tela de alumínio, fixada no interior de caixas plásticas tipo Gerbox, que funcionou como uma mini-câmara. No fundo desta caixa, colocou-se 40 mL de água destilada, sendo posteriormente levadas a um germinador, regulado a 42 °C e aproximadamente, por 48 horas, conforme metodologia proposta por MARCOS FILHO et al. (1987). As sementes correspondentes a cada sub-amostra foram colocadas para germinar da mesma forma descrita no teste de germinação, durante cinco dias, quando então realizou-se a contagem de plântulas normais, sendo feita a transformação dos dados em porcentagem de germinação.

Teste de condutividade elétrica: foi conduzido com seis sub-amostras de 25 sementes para cada tratamento, sendo estas pesadas em balança de precisão (0,01 g) e a seguir colocadas para embeber em um recipiente contendo 75 mL de água deionizada e mantida em uma câmara (germinador) à temperatura de 25°C durante 24 horas (KRZYZANOWSKY e VIEIRA, 1999). Após este período foi feita a leitura da condutividade elétrica na solução de embebição, usando-se um condutivímetro digital. O resultado obtido em $\mu\text{mhos/cm}$ foi dividido pelo peso da

amostra (g), para que o valor final da condutividade elétrica fosse expresso com base no peso da amostra, ou seja, $\mu\text{S cm}^{-1} \text{ g}^{-1}$.

3.2. Análise estatística

As análises foram realizadas através da análise de variância com aplicação do teste F e comparação de médias pelo teste de Tukey, conforme metodologia descrita por GOMES (1985, p.112-114). O programa estatístico SAS (SAS, 1999) foi utilizado para a realização destas análises. As análises foram realizadas comparando-se as testemunhas entre si, testemunhas x fatorial e dentro do fatorial (presença ou ausência de nitrogênio, doses de molibdênio e formas de aplicação).

Para número de nódulos planta⁻¹ e qualidade nutricional das sementes, trabalhou-se com quatro repetições desprezando para cada tratamento os valores extremos obtidos e nas demais avaliações, foram realizadas com seis repetições.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Massa seca do milho

Os valores médios de massa seca do milho, utilizado para produção de palha, obtidos em amostragens realizadas antecedendo a semeadura direta da cultura da soja nos meses de novembro e fevereiro foram 9299 kg ha^{-1} e 2963 kg ha^{-1} , respectivamente. Verificou-se que na semeadura de novembro, a área encontrava-se com uma grande quantidade de palha sobre a superfície do solo, sendo isto um dos pré-requisitos necessários para a instalação do sistema plantio direto. No entanto, na segunda semeadura, a quantidade de palha que restou era pequena, em função de toda área experimental ter sido dessecada antes da semeadura de novembro e pouca vegetação reinfestou a área. A palha que ficou na superfície, após a primeira dessecação, em função das condições climáticas favoráveis a decomposição, diminuiu drasticamente, no período de novembro a fevereiro.

4.2. Número e massa de nódulos e teor foliar de nitrogênio

Nas Tabelas 3 e 4 encontram-se os valores médios de número de nódulos e massa seca de nódulos planta⁻¹ e teores de N na folha, em amostragem realizada na época do florescimento pleno (estádio R2) das plantas, na semeadura de novembro e fevereiro respectivamente.

Verificou-se através da análise estatística, que os teores foliares de N, apenas foram influenciados significativamente pelas doses de molibdênio utilizadas na semeadura de fevereiro, apresentando neste caso, a dose 25 g ha^{-1} de Mo, o maior valor.

Quanto ao número de nódulos, observou-se que na semeadura de novembro estes foram influenciados pela forma de aplicação do molibdênio e pelas doses de nitrogênio utilizadas,

enquanto que, na semeadura de fevereiro, não houve influência dos tratamentos. A massa seca de nódulos também foi influenciada de maneira semelhante ao número de nódulos, em ambas semeaduras.

Ambrosano et al. (1996, p.189-291) citaram que teores foliares de N, entre 40 a 54 g kg⁻¹, são considerados adequados. Sendo assim, na semeadura de novembro, os teores encontrados nas folhas estão próximos ao limite superior ou acima deste, caracterizando esta soja como suprida quanto ao elemento. Hungria et al. (2001) observaram que no florescimento, uma planta de soja bem nodulada deve apresentar, no campo, entre 15 e 30 nódulos ou 100 a 200 mg de nódulos secos por planta. Sendo assim, verifica-se através dos valores apresentados nas Tabelas 3 e 4, que em muitos dos tratamentos, encontraram valores dentro desta faixa citada, quanto ao número de nódulos, podendo ser este o motivo pelo qual as plantas apresentaram-se com teores foliares elevados de N. Hungria et al (1997) consideraram que nas condições brasileiras de cultivo da soja, a fixação biológica do nitrogênio representa, em média, 75% do N total acumulado pelas plantas, podendo atingir valores da ordem de 97%. Câmara (2000, p.295-339), citando vários autores, comenta que conforme o cultivar de soja, a estirpe de bactéria, o ambiente de produção (principalmente o solo) e o manejo, o sistema de fixação biológica do nitrogênio, pode atender de 40 a 70% das necessidades de nitrogênio da soja, de maneira que o restante é proveniente de reservas do solo, que são lentamente repostas pela mineralização da matéria orgânica.

Ainda em relação ao número de nódulos, verificou-se nas Tabelas 3 e 4 que quando se utilizou 200 kg de N ha⁻¹, na presença de molibdênio, obteve-se menor número de nódulos por planta, o mesmo acontecendo quando aplicou-se o molibdênio via semente. Hungria et al (2000, p.57-75) verificaram que com a utilização de apenas 20 kg de N ha⁻¹ na semeadura de soja, resultou em diminuição na nodulação avaliada aos 30 dias após a emergência, provocando isso reflexo negativo na produção de grãos. Hungria et al. (2001) citaram que todo trabalho de inoculação pode ser perdido se o agricultor não realizar calagem na dose adequada e com antecedência mínima para a reação do calcário e o mesmo ocorre se houver deficiência de cálcio, fósforo, magnésio, enfim, todos os macro e micronutrientes. Ainda em relação aos nutrientes, a nodulação e fixação biológica do nitrogênio são drasticamente afetadas pela presença de qualquer fonte de nitrogênio combinado. Esse efeito negativo da presença do nitrogênio no número de nódulos não foi observado para as testemunhas, ou seja, na ausência do molibdênio, o número de nódulos foi semelhante na dose 0 ou 200 kg de N ha⁻¹.



Tabela 3. Número médio de nódulos e massa de nódulos planta⁻¹ (g) e teor de N foliar (g kg⁻¹) em função dos tratamentos na semeadura de novembro. Selvíria-MS, 2002/03.

Causas da Variação	Número de nódulos planta ⁻¹		Massa de nódulos planta ⁻¹		N - foliar
Testemunha 1	10,67 ¹	3,19 ²	0,30 ¹	0,11 ²	52,15
Testemunha 2	7,83	2,70	0,24	0,07	55,51
Testemunha	9,25	0,09	0,27	2,94	53,83
Fatorial	18,94	0,14	0,32	3,86	63,21
25 (Mo)	24,16	4,38	0,34	0,16	54,67
50 (Mo)	17,33	3,70	0,30	0,13	56,21
100 (Mo)	15,33	3,50	0,31	0,13	78,82
0 (N)	23,93	4,41a	0,41	0,21a	56,56
200 (N)	13,95	3,31b	0,23	0,07b	69,93
Semente	10,54	2,84b	0,25	0,09b	56,56
Foliar	27,33	4,38a	0,39	0,19a	66,73
Valores de F					
Testemunha		0,17 ns		0,19 ns	0,01 ns
Test. x Fatorial		2,07 ns		1,15 ns	0,36 ns
Molibdênio (Mo)		1,27 ns		0,35 ns	1,74 ns
Forma (F)		4,32**		14,04**	1,28 ns
Nitrogênio (N)		19,92**		8,38*	1,27 ns
Mo x F		0,71 ns		0,91 ns	1,10 ns
Mo x N		2,38 ns		0,94 ns	0,95 ns
F x N		0,28 ns		1,20 ns	1,30 ns
Mo x F x N		0,11 ns		0,20 ns	1,20 ns
CV (%)		44,50		93,98	66,31

Médias seguidas de letras distintas na coluna, diferem entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade. ns, * e

** - não significativo, e significativo a 5 e 1%, de probabilidade, respectivamente.

Testemunha 1 - dose 0 g ha⁻¹ de Molibdênio e 0 Kg ha⁻¹ de nitrogênio.

Testemunha 2 - dose 0 g ha⁻¹ de Molibdênio e 200 Kg ha⁻¹ de nitrogênio

¹ Dados originais

² Dados transformados

O efeito negativo no número de nódulos da aplicação do molibdênio via semente pode ser atribuído ao fato de que, segundo Hungria et al. (2001), a utilização de formas salinas ou formulações inadequadas de micronutrientes, via semente, pode afetar drasticamente a sobrevivência da bactéria, a nodulação e a eficiência da fixação do N_2 . Segundo Campo et al. (1999), a aplicação foliar de Co e Mo, sozinha ou em conjunto com herbicidas, baculovirus ou inseticida, mostrou-se viável, em substituição a aplicação via semente nas mesmas doses recomendadas. Essa aplicação deverá ser realizada antes do início do florescimento.

A massa seca de nódulos na semeadura de fevereiro teve o mesmo comportamento do número de nódulos, ou seja, onde foi obtida diferença significativa entre tratamentos, plantas com maior número de nódulos também apresentaram maior massa seca. Nesse sentido, onde utilizou-se nitrogênio ou nos tratamentos com molibdênio ou molibdênio via semente, também obteve-se nódulos com menor massa. No entanto, essas diferenças significativas não ocorreram quanto ao teor foliar de N, no florescimento pleno, evidenciando que o número de nódulos obtidos nos tratamentos foi suficiente para fornecer N para a planta, independente da presença de Mo ou nitrogênio e da forma de aplicação do molibdênio (Tabela 3).

Na semeadura de fevereiro, os teores foliares de N observados, estão próximos ao limite inferior da faixa considerada adequada para a soja, segundo AMBROSANO et al. (1996). Quanto ao número de nódulos e a massa seca de nódulos planta⁻¹ não se observou diferença significativa, com valores próximos aos observados na semeadura de fevereiro. Entretanto, em relação às testemunhas, a utilização de 200 kg de N ha⁻¹, apesar de não ser significativo, diminuiu o número de nódulos por planta e proporcionou nódulos com menor massa, evidenciando novamente efeitos negativos do nitrogênio nesses parâmetros, mesmo assim, Mascarenhas e Tanaka (1996) recomendam que no cultivo de soja na época de outono/inverno, devido a baixa atividade simbiótica, além da inoculação, seja realizada a aplicação de 50 kg de N ha⁻¹, sendo ¼ dessa dose aplicado com a adubação no sulco de semeadura e o restante em cobertura antes do florescimento. Apesar de maior parte do desenvolvimento da cultura da soja, na semeadura de fevereiro, ter ocorrido no outono, verificou-se que tanto nessa época de semeadura ou em novembro a adição de 200 kg de N ha⁻¹ mostrou-se desnecessária em função dos teores foliares de N observados (Tabelas 3 e 4).

Tabela 4. Número médio de nódulos e massa de nódulos planta⁻¹ (g) e teores foliares de N (g kg⁻¹) em função dos tratamentos na semeadura de febreiro. Selvíria-MS, 2003.

Causas da variação	Número de nódulos por planta		Massa de nódulos		N - foliar
Testemunha 1	5,75 ¹	2,27 ²	0,03 ¹	0,15 ²	41,72
Testemunha 2	27,75	4,93	0,16	0,35	44,17
Testemunha	16,75	3,60	0,04	0,25	42,98
Fatorial	19,64	3,83	0,10	0,26	44,03
25 (Mo)	15,10	3,54	0,08	0,24	48,23a
50 (Mo)	23,70	3,91	0,11	0,27	42,56b
100 (Mo)	20,08	4,04	0,10	0,27	41,23b
0 (N)	13,34	4,20	0,11	0,28	43,33
200 (N)	15,94	3,46	0,09	0,25	44,66
Semente	15,57	3,64	0,09	0,25	43,82
Foliar	21,72	4,02	0,11	0,28	44,17
Valores de F					
Testemunha		2,41 ns		2,26 ns	0,24 ns
Test. x Fatorial		0,07 ns		0,02 ns	0,16 ns
Molibdênio (Mo)		0,21 ns		0,12 ns	4,54*
Forma (F)		1,11 ns		0,32 ns	0,03 ns
Nitrogênio (N)		0,23 ns		0,19 ns	0,43 ns
Mo x F		0,84 ns		0,96 ns	0,48 ns
Mo x N		0,29 ns		0,16 ns	2,88 ns
F x N		0,27 ns		0,15 ns	0,10 ns
Mo x F x N		0,28 ns		0,39 ns	0,26 ns
CV (%)		63,82		72,45	15,90

Médias seguidas de letras distintas na coluna, diferem entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade. ns, * e ** - não significativo, e significativo a 5 e 1%, de probabilidade, respectivamente.

Testemunha 1 - dose 0 g ha⁻¹ de Molibdênio e 0 Kg ha⁻¹ de nitrogênio.

Testemunha 2 - dose 0 g ha⁻¹ de Molibdênio e 200 Kg ha⁻¹ de nitrogênio.

¹ Dados originais

² Dados transformados

4.3. Características agronômicas e produtividade de sementes

Nas Tabelas 5 e 6 são apresentados os resultados obtidos para estande, componentes da produção e produtividade da cultura da soja, nas semeaduras de novembro e fevereiro, respectivamente, em função dos tratamentos utilizados.

Avaliando as médias obtidas para o estande na semeadura de novembro (Tabela 5), verifica-se que não houve diferença significativa, mostrando a homogeneidade da soja no que se refere à população de plantas, na área experimental. Isso demonstrou a precisão na distribuição de sementes pela semeadoura utilizada e qualidade quanto à operação de semeadura.

Segundo Embrapa (2003), a população de plantas recomendada para a cultura de soja situa-se em torno de 360 mil plantas por hectare, onde variações de 20 a 25% nesse número, para mais ou para menos, não alteram significativamente o rendimento de grãos, para a maioria dos casos, desde que as plantas sejam distribuídas uniformemente, sem muitas falhas. Os valores obtidos no experimento, variando entre 270 e 369 mil plantas ha^{-1} , estão dentro do recomendado para o cultivar (Tabelas 5 e 6).

Na semeadura de fevereiro (Tabela 6) observou-se que para o estande inicial, houve diferença significativa para testemunhas e doses de nitrogênio e no estande final, para doses de nitrogênio. Com relação às testemunhas, verificou-se que quando utilizou-se 200 kg de N ha^{-1} , obteve-se maior população de plantas. Quanto às doses de nitrogênio, na presença de molibdênio verificou-se que tanto o estande inicial quanto o final, foram menores quando utilizou-se 200 kg de N ha^{-1} . Portanto, verificou-se que o nitrogênio proporcionou efeito positivo no processo de germinação e estabelecimento inicial das plântulas de soja. Observa-se em ambas semeaduras que há uma redução na população de plantas entre as avaliações de estande inicial e final. Também verificou-se que na semeadura de fevereiro, a população final de plantas esteve abaixo de 300 mil plantas ha^{-1} . Mesmo assim, os valores observados encontraram-se dentro da faixa de 20 a 25% de acréscimo ou decréscimo na população de plantas, em relação às 360 mil recomendadas pela Embrapa (2003). A pequena redução na população final de plantas na semeadura de fevereiro, mesmo utilizando-se quantidade de sementes semelhante à semeadura de novembro, pode ser devido a perda de qualidade dessas sementes utilizadas, principalmente relacionada ao vigor, onde apesar de todo o cuidado na conservação dessas sementes entre uma semeadura e outra, essa qualidade diminui com o tempo. Isso pode ser constatado quando comparou-se os valores de estande inicial em ambas semeaduras, onde na média, a semeadura de fevereiro possuiu menor valor.

Tabela 5. Valores médios de estande inicial e final (plantas ha⁻¹), altura de planta e de inserção das primeiras vagens (cm), número de vagens e sementes por planta, número de sementes por vagem, massa de 1000 sementes (g) e produtividade (kg ha⁻¹) em função dos tratamentos na semeadura de novembro. Selvíria-MS, 2002/03.

Causas da Variação	Estande inicial	Estande final	Altura de planta	Altura de inserção	Nº vagem/planta	Nº sementes/planta	Nº sementes/vagem	Massa de 1000 sementes	Produtividade
Testemunha 1	357778	298333	84,2	25,5	44,1	86,5	1,98	175,0	2904b
Testemunha 2	344788	320556	79,8	27,1	41,4	81,6	1,97	183,6	4292a
Testemunha	351278	309444	82,0	26,3	42,8	84,1	1,97	179,3	3598
Fatorial	359222	325500	80,0	25,6	44,0	86,6	1,98	181,8	3415
25 (Mo)	355000	321778	79,3	25,0	45,3	86,3	1,92	179,9	-
50 (Mo)	353222	320833	80,6	25,6	45,7	91,0	2,00	183,0	-
100 (Mo)	369444	337500	80,0	26,2	40,8	82,4	2,00	183,0	-
0 (N)	365056	337333	81,0	25,5	42,8	88,1	2,02	177,7b	-
200 (N)	355389	322000	79,5	25,7	44,1	85,1	1,95	186,0a	-
Semente	358722	326222	80,7	26,3b	43,9	83,2	1,98	183,1	3351
Foliar	359778	327111	79,3	27,1a	42,1	90,1	1,99	180,5	3479
Valores de F									
Testemunha	1,20 ns	0,41 ns	3,46 ns	0,40 ns	0,21 ns	0,23 ns	0,01 ns	2,84 ns	29,71**
Test. x Fatorial	0,31 ns	0,65 ns	2,42 ns	0,22 ns	0,15 ns	0,20 ns	0,03 ns	0,82 ns	1,77 ns
Molibdênio (Mo)	1,14 ns	0,77 ns	0,56 ns	0,40 ns	1,85 ns	1,38 ns	2,65 ns	0,85 ns	0,76 ns
Forma (F)	0,04 ns	0,00 ns	1,11 ns	6,93*	2,64 ns	2,77 ns	0,02 ns	1,52 ns	1,5 ns
Nitrogênio (N)	0,46 ns	0,47 ns	2,01 ns	0,05ns	0,01 ns	0,51 ns	2,13 ns	15,16**	0,2 ns
Mo x F	1,25 ns	1,16 ns	2,06 ns	1,00 ns	0,78 ns	1,83 ns	2,34 ns	1,00 ns	2,63 ns
Mo x N	1,98 ns	0,16 ns	0,92 ns	0,30 ns	0,54 ns	0, 51 ns	0,19 ns	0,03 ns	11,8**
F x N	0,73 ns	0,00 ns	0,09 ns	0,11 ns	0,09 ns	0,21 ns	3,80 ns	3,34 ns	1,29 ns
Mo x F x N	1,87 ns	0,34 ns	0,22 ns	0,81 ns	0,15 ns	0,37 ns	0,77 ns	0,53 ns	6,40**
CV%	10,01	12,95	5,18	17,88	22,54	20,81	9,13	4,91	12,81

Médias seguidas de letras distintas na coluna, diferem entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade. ns, * e ** - não significativo, e significativo a 5 e 1%, de probabilidade, respectivamente.

Testemunha 1 - dose 0 g ha⁻¹ de Molibdênio e 0 Kg ha⁻¹ de nitrogênio.

Testemunha 2 - dose 0 g ha⁻¹ de Molibdênio e 200 Kg ha⁻¹ de nitrogênio.



Tabela 6. Valores médios de estande inicial e final (plantas ha⁻¹), altura de planta e de inserção das primeiras vagens (cm), número de vagens e número de sementes por planta, número de sementes por vagem, massa de 1000 sementes (g) e produtividade (kg ha⁻¹) em função dos tratamentos na semeadura de fevereiro. Selvíria-MS, 2003.

Causas da Variação	Estande inicial	Estande final	Altura de planta	Altura de inserção	Nº vagem/planta	Nº sementes/planta	Nº sementes/vagem	Massa de 1000 sementes	Produtividade
Testemunha 1	326722	287833	88,2a	22,4a	30,6b	56,0b	1,87	169,7	2688
Testemunha 2	354833	299167	77,8b	18,2b	59,7a	90,4a	2,00	172,6	2891
Testemunha	317778	266778	83,0	20,3	45,1	73,2	1,94	171,1	2790
Fatorial	326667	287833	84,6	21,7	44,2	80,5	1,83	174,9	2656
25 (Mo)	323381	285667	84,4	-	-	-	1,74	173,8	2684
50 (Mo)	317167	270389	83,2	-	-	-	1,82	173,5	2643
100 (Mo)	339500	307556	86,2	-	-	-	1,93	177,4	2642
0 (N)	340444a	307388a	87,8a	24,0a	-	-	1,89	174,0	-
200 (N)	312944b	268333b	81,4b	19,3b	-	-	1,77	175,8	-
Semente	325556	287833	85,0	-	43,6	-	1,78	176,5	-
Foliar	327944	287889	84,1	-	44,7	-	1,88	173,4	-
Valores de F									
Testemunha	7,45**	3,37 ns	9,21**	3,91*	12,89**	5,06*	0,41 ns	0,25 ns	1,23 ns
Test. x Fatorial	0,2 ns	0,84 ns	0,73 ns	1,34 ns	0,05 ns	0,78 ns	0,97 ns	1,47 ns	1,84 ns
Molibdênio (Mo)	1,85 ns	2,95 ns	1,53 ns	4,92*	4,54*	3,16*	1,93 ns	1,1 ns	0,14 ns
Forma (F)	0,12 ns	0,00 ns	0,41 ns	0,06 ns	0,12 ns	1,27 ns	1,39 ns	1,65 ns	0,71 ns
Nitrogênio (N)	8,04**	9,44**	20,75**	27,42 ns	14,9**	9,98**	2,24 ns	0,57 ns	0,32 ns
Mo x F	0,83 ns	0,11 ns	1,51 ns	3,83*	2,67 ns	3,73*	1,04 ns	1,19 ns	2,33 ns
Mo x N	2,1 ns	0,66 ns	2,20 ns	0,97ns	3,12*	3,48*	0,24 ns	2,12 ns	2,5 ns
F x N	0,57 ns	0,93 ns	0,18 ns	0,71 ns	0,78 ns	0,43 ns	0,8 ns	2,89 ns	5,2*
Mo x F x N	1,18 ns	0,51 ns	2,18 ns	1,40 ns	1,36 ns	1,53 ns	0,46 ns	0,21 ns	1,77
CV (%)	10,16	15,0	7,01	17,41	31,64	33,33	18,45	5,80	11,80

Médias seguidas de letras distintas na coluna, diferem entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade. ns, * e ** - não significativo, e significativo a 5 e 1%, de probabilidade, respectivamente.

Testemunha 1 - dose 0 g ha⁻¹ de Molibdênio e 0 Kg ha⁻¹ de nitrogênio.

Testemunha 2 - dose 0 g ha⁻¹ de Molibdênio e 200 Kg ha⁻¹ de nitrogênio.



A influência do nitrogênio no estabelecimento inicial da cultura de soja tem sido pouco estudada em função de se recomendar basicamente a inoculação das sementes e não utilização de adubação nitrogenada na cultura.

Os valores de altura de planta apresentados na Tabela 5 mostraram que não houve diferença significativa na semeadura de novembro. Esses resultados concordam com Bellintani Neto e Lam-Sanchez (1974, p.13-17), que relataram que o florescimento, maturação, altura de planta e altura da inserção das primeiras vagens em soja, não foram fatores influenciados pelo molibdênio. Na semeadura de fevereiro, verificou-se que entre as testemunhas e entre as doses de nitrogênio, no fatorial, houve diferença significativa. Em ambas comparações, os tratamentos com presença de nitrogênio, proporcionaram plantas menores. Dentre os nutrientes, o nitrogênio destaca-se pelas quantidades absorvidas pela planta e pela sua importância para o crescimento, desenvolvimento e produção da soja. O nitrogênio está diretamente relacionado a formação de compostos orgânicos na planta, tais como proteínas, aminoácidos, nucleotídeos, enzimas e co-enzimas, além de ser constituinte da molécula de clorofila, de maneira que 70% do nitrogênio pode estar nos cloroplastos, fazendo deste nutriente o de maior concentração nas folhas (MEURER et al., 1981, p.156-162).

Portanto, a presença de nitrogênio é essencial para a planta de soja, e por se tratar de uma leguminosa que possui eficiente sistema de fixação biológica do nitrogênio, deve-se sempre procurar favorecer esta relação e como visto anteriormente, a presença do nitrogênio pode levar a uma redução no número e massa de nódulo. Segundo Hungria et al. (1997) os nódulos surgem ao redor de 10 a 12 dias após emergência da plântula, aumentando em número e intensidade de fixação de nitrogênio até o florescimento ou período de formação das vagens, podendo continuar ativos durante o período de enchimento dos grãos, quando então inicia-se o processo de senescência. Sendo assim, com a presença de nódulos ativos nas plantas, tem-se fornecimento contínuo de nitrogênio durante todo o seu ciclo, diferente da adição do mesmo através da adubação de semeadura e/ou em cobertura.

Outro fator que influencia na altura de planta de soja é a população de plantas existente na área. Menores populações, proporcionam plantas com menor porte devido menor competição entre as mesmas por espaço e luz. Como visto para o estande final, na semeadura de fevereiro, a dose 200 kg de N ha⁻¹ proporcionou menor população de plantas, podendo também este ser um dos motivos que, neste tratamento, foi obtido planta com menor porte.

Bonetti (1983, p.971-974) considerou 65 cm, como altura mínima de plantas desejável para colheita mecânica. Portanto verificou-se que os valores de altura de plantas obtidos nas duas épocas de semeadura estão dentro dos recomendados para o cultivar, que podem variar de



75 a 85 cm e compatíveis com a colheita mecânica. Verificou-se que os valores obtidos próximos a 80 cm, nas duas épocas de semeadura diferem dos resultados observados por Medina (1994), Lazarini (2001) e Delavale (2002), que relataram que a medida que se atrasa a semeadura, há redução no ciclo e porte das plantas, em função da antecipação do florescimento, pelo efeito de fotoperíodo. Os valores observados podem estar relacionados ao primeiro cultivo sob sistema plantio direto, após preparo convencional do solo que em função da aração, encontra-se sem presença de camada compactada, permitindo um bom desenvolvimento do sistema radicular (GAUDÊNCIO, 1990, p.1-4).

Para altura de inserção das primeiras vagens observou-se que na semeadura de novembro (Tabela 5), houve diferença significativa para formas de aplicação de molibdênio, onde a aplicação via folha, proporcionou maior valor. Na semeadura de fevereiro (Tabela 6), verificou-se diferença significativa entre as testemunhas e entre doses de nitrogênio, no fatorial. Em ambos os casos, verificou-se que na ausência do nitrogênio, obteve-se plantas com maior altura de inserção das primeiras vagens, semelhante ao que ocorreu com a altura de planta. Através dos dados apresentados na Tabela 7, verificou-se que não houve diferença entre os tratamentos, podendo o valor de F calculado estar muito próximo ao valor do F tabelado, acusando significância para o valor de F mas no teste de comparação de médias, não existiu diferença significativa entre as mesmas.

Tabela 7. Desdobramento da interação forma de aplicação x dose de molibdênio, significativa para altura de inserção das primeiras vagens (cm), na semeadura de fevereiro. Selvíria-MS, 2003.

Dose de molibdênio (g ha ⁻¹)	Forma de aplicação	
	Semente	Foliar
25	26,45	23,62
50	26,12	25,13
100	28,59	23,85

A altura de inserção das primeiras vagens de soja é uma característica agrônômica importante para a operação de colheita mecânica dos grãos (MEDINA, 1994). Essa variável deve apresentar no mínimo 13 cm, para que se reduzam as perdas durante a colheita mecanizada (QUEIROZ et al, 1981, p.701-710). Assim, com relação à média dos valores absolutos da altura de inserção das primeiras vagens, nas duas épocas de semeadura,

independente dos tratamentos, observou-se que não houve limitações à colheita mecânica da soja.

O número de vagens por planta não foi influenciado significativamente por nenhum dos tratamentos avaliados na semeadura de novembro (Tabela 5). Na semeadura de fevereiro, houve diferença significativa para testemunhas, doses de molibdênio e de nitrogênio e interação entre doses de molibdênio x doses de nitrogênio. Para as testemunhas, observou-se que quando utilizou-se 200 kg de N ha⁻¹, obteve-se maior número de vagens por planta. Através dos dados apresentados na Tabela 8, verificou-se na presença de nitrogênio, que a dose 50 g de Mo ha⁻¹ proporcionou maior número de vagens por planta em relação as demais doses de molibdênio e em relação à mesma dose, na ausência de nitrogênio.

Tabela 8. Desdobramento da interação dose de nitrogênio x dose de molibdênio, significativa para número de vagens por planta, na semeadura de fevereiro. Selvíria-MS, 2003.

Dose de molibdênio (g ha ⁻¹)	Dose de nitrogênio (kg ha ⁻¹)	
	0	200
25	40,2	47,4 b
50	38,2 B	62,6 Aa
100	34,9	41,6 b

Médias seguidas de letras distintas maiúsculas na linha e minúsculas na coluna diferem entre si, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade

Aratani (2003) trabalhando com aplicação de nitrogênio em diferentes épocas na cultura da soja cultivada no sistema plantio direto e utilizando a mesma variedade, com semeadura em dezembro e em local próximo ao de desenvolvimento deste trabalho, obteve de 42 a 50 vagens por planta e altura de planta variando de 85 a 96 cm. Delavale (2002) avaliando formas de aplicação de calcário na implantação do sistema plantio direto com as culturas de soja e milho, obteve com a variedade IAC 15-1, número de vagens que variou entre 54 a 67 e 41 a 49 nos anos agrícolas 1999/00 e 2000/01, respectivamente. Portanto, o número de vagens observado neste experimento, encontrou-se próximo aos observados por Aratani (2003) e Delavale (2002), no segundo ano agrícola e abaixo do observado por Delavale (2002) no primeiro ano agrícola.

O número de sementes por vagem não foi influenciado por nenhum dos tratamentos, mostrando ser esta, uma característica varietal e pouco influenciada pelo meio ambiente. Em todos os tratamentos avaliados, observou-se em torno de duas sementes por vagem, o que está de acordo com resultados obtidos por Tourino, et al. (2002, p.1071-1077), que estudando as

características agronômicas do cultivar CAC-1, semeada com espaçamento de 0,45 m e utilizando 19 sementes por metro, observou resultados semelhantes aos obtidos no presente trabalho.

Para a característica número de sementes por planta, verificou-se através da Tabela 5, que não houve diferença significativa para nenhum dos tratamentos utilizados na semeadura de novembro. No entanto para semeadura de fevereiro observou-se que houve diferença significativa (Tabelas 6 e 7) para testemunhas, dose de molibdênio e de nitrogênio, interação entre dose de molibdênio x dose de nitrogênio e dose de molibdênio x forma de aplicação.

Em função do número de sementes por vagem ter sido semelhante entre os tratamentos, a variação no número de sementes por planta fica dependente do número de vagens por planta. Portanto, nas testemunhas, a aplicação de 200 kg de N ha⁻¹ promoveu maior número de vagens e sementes por planta, o mesmo aconteceu com relação à interação dose de molibdênio x dose de nitrogênio (Tabelas 8 e 9). Ainda na Tabela 9 verificou-se que em relação a interação dose de molibdênio x forma de aplicação, a dose 50 g de Mo ha⁻¹ aplicado via folha proporcionou maior número de sementes por planta em relação as demais doses aplicadas da mesma forma. Entre as formas de aplicação, a única diferença ocorreu com a dose 50 g de Mo ha⁻¹, apresentando a forma foliar maior valor que via semente.

Tabela 9. Desdobramento da interação dose de nitrogênio x dose de molibdênio e forma de aplicação x dose de molibdênio, significativas para número de sementes planta⁻¹, na semeadura de fevereiro. Selvíria-MS, 2003.

Dose de molibdênio (g ha ⁻¹)	Dose de nitrogênio (kg ha ⁻¹)		Forma de aplicação	
	0	200	Semente	Foliar
25	71,5	81,0 b	69,9	82,6 b
50	70,0 B	112,9 Aa	79,2 B	103,7 Aa
100	70,4	77,0 b	81,7	65,7 b

Médias seguidas de letras distintas, maiúsculas na linha e minúsculas na coluna, diferem entre si, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade

Os valores de massa de 1000 sementes, somente foram influenciados por doses de nitrogênio na semeadura de novembro (Tabela 5), onde a aplicação de 200 kg de N ha⁻¹ proporcionou maior massa de 1000 sementes. Os valores de massa de 1000 sementes obtidos no presente trabalho estão dentro do padrão para o cultivar Conquista, sendo esta considerada variedade com característica de produzir sementes grandes. Observa-se que os valores de massa

de 1000 sementes são bem próximos em ambas sementeiras, no entanto, Nakagawa et al. (1983, p.187-198), obteve sementes mais leves em sementeiras tardias, justificando isto ao período de menor acúmulo de matéria seca na semente devido ao encurtamento do ciclo da cultura.

Aratani (2003) obteve para massa de 1000 sementes, trabalhando também com a variedade Conquista e parcelamento de dose de nitrogênio no plantio direto, valores acima de 200 g, evidenciando que esta variedade tem potencial para produzir sementes maiores ou mais pesadas do que as obtidas nesse experimento. Segundo Lam-Sanchez e Yuyama (1979, p.225-234) a soja apresenta condições de produzir sementes de igual peso em todas as épocas de semeadura, a não ser que ocorram condições climáticas desfavoráveis ou outro fator que altere o metabolismo da planta.

Analisando os resultados obtidos para produtividade de sementes (Tabelas 5 e 6), verificou-se que houve diferença significativa entre as testemunhas e também interação entre dose de molibdênio x dose de nitrogênio, na semeadura de novembro e dose de nitrogênio x forma de aplicação na semeadura de fevereiro.

Entre as testemunhas verificou-se que a utilização de 200 kg de N ha⁻¹ proporcionou maior produção de sementes na semeadura de novembro, o que não ocorreu significativamente na semeadura de fevereiro. Hungria et al. (2001) relataram que para fornecer nitrogênio a cultivares com alta produtividade, os melhoristas tem trabalhado na seleção de estirpes com maior capacidade de fixação de N₂ e melhorias nas técnicas de inoculação. Assim, patamares superiores a 4000 kg ha⁻¹ de sementes, são obtidos exclusivamente pela inoculação, não sendo necessário nenhuma complementação com fertilizantes nitrogenados. Salientam ainda os autores, que em mais de 50 ensaios de inoculação conduzidos pela “Rede Nacional de Ensaios de Inoculação da Soja”, o tratamento controle com soja não inoculada recebendo 200 kg de N ha⁻¹, parcelados em 100 kg na semeadura e 100 kg em cobertura, no florescimento, não resultou em incremento no rendimento, em relação ao tratamento só inoculado.

Sendo assim, os resultados obtidos nesse experimento discordam dos obtidos pelos autores anteriormente citados, ressaltando apenas que, nesse experimento, a testemunha com 200 kg ha⁻¹ foi instalada com sementes inoculadas, no sistema plantio direto e em uma região com temperaturas elevadas durante o verão. Na semeadura de fevereiro, esse efeito do nitrogênio não foi significativo, sendo também nesta época utilizadas sementes inoculadas e plantio direto, divergindo apenas quanto à época de semeadura.

Analisando o desdobramento da interação dose de molibdênio x dose de nitrogênio, significativa para produção de sementes na semeadura de novembro (Tabela 10), verificou-se que a dose 50 g de Mo ha⁻¹ proporcionou o mesmo efeito independente da presença ou não do

nitrogênio, sendo semelhante à produtividade obtida com as doses 25 e 100 g de Mo ha⁻¹, respectivamente na ausência e presença do nitrogênio. Entre as doses de nitrogênio, somente houve diferença significativa na produtividade quando utilizou-se a dose 25 g de Mo ha⁻¹ e neste caso, a utilização de 200 kg de N ha⁻¹ proporcionou a maior produção.

Tabela 10. Desdobramento da interação dose de nitrogênio x dose de molibdênio, significativa para produção de sementes (kg ha⁻¹), na semeadura de novembro. Selvíria-MS, 2002/03.

Dose de molibdênio (g ha ⁻¹)	Dose de nitrogênio (kg ha ⁻¹)	
	0	200
25	3022 Bb	3709 A a
50	3666 a	3345 a
100	3592 a	3156 b

Médias seguidas de letras distintas maiúsculas na linha e minúsculas na coluna diferem entre si, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade

Na semeadura de fevereiro, o desdobramento da interação dose de nitrogênio x forma de aplicação (Tabela 11) mostrou que existiu uma interação significativa e positiva entre a utilização do nitrogênio mineral e a aplicação de molibdênio via semente.

Considerando que a aplicação do molibdênio visa favorecer a fixação simbiótica do nitrogênio e que esse processo é realizado junto às raízes de soja, a aplicação desse micronutriente via semente seria o mais ideal, pelo fato do molibdênio estar sendo colocado junto ao local de sua utilização. Outro fator a considerar foi que, a aplicação via semente é realizada no processo de semeadura, sendo assim, à medida que se inicia o processo de germinação e dias após a formação dos nódulos, o molibdênio encontra-se disponível para a planta. No entanto, a aplicação via foliar somente é realizada dias após a germinação, sendo neste caso 30 dias após, onde o mesmo terá que ser absorvido via folha e translocado até o local de sua utilização. A alternativa de aplicação via folha surgiu em função de que a aplicação de alguns micronutrientes via semente tem proporcionado menor sobrevivência de células do *Bradyrhizobium* utilizado na inoculação de sementes (HUNGRIA et al., 2001). Sfredo et al. (1997) destacou que a aplicação de molibdênio via semente é melhor devido praticidade de operação e menor custo.

Tabela 11. Desdobramento da interação forma de aplicação x dose de nitrogênio, significativa para produção de sementes (kg ha^{-1}), na semeadura de fevereiro. Selvíria-MS, 2003.

Dose de nitrogênio (kg ha^{-1})	Forma de aplicação	
	Semente	Foliar
0	2582 b	2688
200	2792 A a	2561 B

Médias seguidas de letras distintas maiúsculas na linha e minúsculas na coluna diferem entre si, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade

A importância do molibdênio para a cultura da soja foi relatada por Tanaka et al., (1993, p.105-135) onde os mesmos obtiveram maiores produtividades de grãos em tratamentos com aplicação deste micronutriente, independente da associação com outros micros.

Barni e Kolling (1981, p.533-536), utilizando doses crescentes de N (8 a 128 kg ha^{-1}) na semeadura, não observaram aumentos no rendimento da soja e verificaram redução no número e peso dos nódulos. Nas plantas onde o nitrogênio é obtido através dos fertilizantes, o molibdênio é também muito importante, uma vez que a concentração de nitrato do mesófilo foliar induz a síntese da redutase do nitrato, de cuja constituição participa o molibdênio, o que é suficiente para evidenciar a importância do molibdênio para a produtividade. Segundo Tanaka et al. (1993, p.105-135), plantas deficientes em molibdênio apresentaram relativamente maior acúmulo de NO_3^- e menor acúmulo de compostos amino solúveis, podendo apresentar necrose nas margens das folhas.

4.4. Teores de nutrientes nas sementes

Nas Tabelas 12 e 13 estão apresentados os teores de N, P, K, Ca, Mg e S, encontrados nas sementes em função dos tratamentos utilizados, nas duas épocas de semeadura. Verificou-se que, em relação ao teor de N, na semeadura de novembro, houve diferença significativa entre testemunhas e entre testemunhas e fatorial, no entanto, entre os demais tratamentos, bem como na semeadura de fevereiro, não observou-se diferença significativa. Os valores obtidos em ambas épocas de semeadura, encontraram-se acima dos valores citados por Embrapa (2001) e Lazarini (1995) e semelhantes aos citados por Ambrosano et al. (1996, p.189-291), ou seja, 51,0; 55,2 e 60,0 g de N kg^{-1} de semente, respectivamente. Isso evidenciou que a planta encontrou-se com teores adequados de N no tecido foliar (Tabelas 3 e 4) e que a nodulação

presente ou o teor de N existente no solo foi suficiente para satisfazer a necessidade da planta em nitrogênio, durante o período de acúmulo deste elemento nas sementes. Outro aspecto importante foi que, sendo a soja uma fonte de proteínas e estas estão diretamente relacionadas com o teor de N nas sementes, teve-se portanto, sementes com bom teor de proteína total.

Na semeadura de novembro, verificou-se entre as testemunhas, que a adição de 200 kg de N ha⁻¹ proporcionou menor teor de N nas sementes. Mesmo não obtendo-se diferença significativa entre esses tratamentos quanto ao número de nódulos por planta, massa de nódulo e teor de N na folha (Tabelas 3 e 4), verificou-se que os nódulos existentes nas plantas foram suficientes para satisfazer as necessidades da mesma em nitrogênio, sendo desnecessária a aplicação deste na forma de fertilizante.

Neste sentido a utilização de molibdênio em diferentes doses, combinadas com a presença ou não de nitrogênio mineral e formas de aplicação de molibdênio proporcionou teor de N inferior às testemunhas. O molibdênio atua como cofator nas enzimas nitrogenase, redutase do nitrato e oxidase do sulfeto (SFREDO et al., 1997, p.18). Essas enzimas possuem papel importante no metabolismo da planta de soja. Neste sentido grandes incrementos no rendimento da soja tem sido obtidos, com a suplementação desse micronutriente em solos deficientes. Consequentemente, a correção do solo para níveis adequados de fertilidade ou a sua aplicação às sementes na hora da semeadura, é essencial para permitir a obtenção de taxas mínimas de fixação do N₂ (HUNGRIA et al., 1997). Sendo assim, a não obtenção de resposta à aplicação de molibdênio pode estar associada ao bom nível de fertilidade do solo da área experimental aliado a calagem realizada antes da instalação do experimento.

Através dos valores observados para proteína total na semeadura de novembro (Tabela 12) verificou-se diferença significativa na comparação entre testemunhas, sendo a maior porcentagem de proteína total (52,06%) observada na ausência de adubação nitrogenada e de molibdênio. Verificou-se também diferença significativa na comparação entre testemunhas e o fatorial, apresentando as testemunhas a maior porcentagem e nos demais tratamentos não foram observadas diferenças significativas para proteína total o que também foi verificado para semeadura de fevereiro (Tabela 13), onde nenhum dos tratamentos apresentou diferença significativa. Em média, o teor de proteína total observado na semeadura de novembro é semelhante aos teores encontrados na literatura, entretanto, o teor médio obtido na semeadura de fevereiro encontra-se abaixo dos valores observados em trabalhos realizados por Fontes et al. (1974, p.500-505) e Triboni (1987) e próximo aos observados por Oliveira et al. (1991, p.613-621) e Lazarini (1995). Na semeadura de fevereiro (Tabela 13) foram observados teores de proteína bruta nas sementes inferiores aos observados na semeadura de novembro (Tabela 12),



Tabela 12. Teores de N, P, K, Ca, Mg, S (g kg⁻¹) e proteína total (%) nas sementes de soja em função dos tratamentos na semeadura de novembro. Selvíria-MS, 2002/03.

Causas da Variação	N	P	K	Ca	Mg	S	Proteína total
Testemunha 1	83,3 a	6,1	17,0	3,7	2,7	2,0b	52,06a
Testemunha 2	65,1 b	6,7	16,8	3,8	2,7	3,5a	40,69b
Testemunha	74,3 a	6,4	16,9a	3,7b	2,7	2,7b	46,46a
Fatorial	62,6 b	6,7	14,1b	4,1a	2,8	3,1a	39,16b
25 (Mo)	61,5	6,8	-	-	-	-	38,41
50 (Mo)	63,8	6,7	-	-	-	-	39,90
100 (Mo)	62,7	6,5	-	-	-	-	39,16
0 (N)	64,4	6,6	-	4,1	2,8	-	40,25
200 (N)	60,9	6,8	-	4,2	2,8	-	38,06
Semente	64,5	6,6	14,2	-	-	-	40,34
Foliar	60,8	6,8	14,0	-	-	-	37,97
Valores de F							
Testemunha	8,15**	3,36 ns	0,06 ns	0,13 ns	0,15 ns	69,70**	8,15**
Test. x Fatorial	11,31**	2,57 ns	20,50**	8,25**	1,90 ns	15,71**	11,31**
Molibdênio (Mo)	0,27 ns	1,46 ns	0,64 ns	11,39 **	1,36 ns	0,00 ns	0,27 ns
Forma (F)	2,01 ns	3,73 ns	0,35 ns	1,18 ns	1,79 ns	1,38 ns	2,01 ns
Nitrogênio (N)	1,83 ns	1,41 ns	5,74*	0,05 ns	0,87 ns	4,10*	1,83 ns
Mo x F	0,60 ns	0,52 ns	1,85 ns	8,94**	4,57*	6,78**	0,60 ns
Mo x N	0,88 ns	0,62 ns	4,02*	2,79 ns	1,00 ns	6,49**	0,88 ns
F x N	2,09 ns	0,06 ns	2,51 ns	2,77 ns	0,71 ns	5,33*	2,09 ns
Mo x F x N	0,53 ns	0,15 ns	0,22 ns	2,59 ns	5,22**	0,34 ns	0,53 ns
CV %	14,16	7,46	10,04	9,79	5,91	8,34	14,16

Médias seguidas de letras distintas na coluna, diferem entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade. ns, * e ** - não significativo, e significativo a 5 e 1%, de probabilidade, respectivamente.
Testemunha 1 - dose 0 g ha⁻¹ de Molibdênio e 0 Kg ha⁻¹ de nitrogênio.
Testemunha 2 - dose 0 g ha⁻¹ de Molibdênio e 200 Kg ha⁻¹ de nitrogênio.

Tabela 13. Teores de N, P, K Ca, Mg, S (g kg^{-1}) e proteína total (%) nas sementes de soja em função dos tratamentos na semeadura de fevereiro. Selvíria-MS, 2003.

Causas de variação	N	P	K	Ca	Mg	S	Proteína total
Testemunha 1	57,3	7,5	15,0	4,2	3,0	3,2a	35,83
Testemunha 2	60,6	7,3	15,9	4,5	2,9	2,8b	37,89
Testemunha	58,9	7,5a	15,4a	4,3a	2,9	3,0	36,84
Fatorial	61,1	7,0b	13,8b	4,0b	2,8	2,9	38,56
25 (Mo)	61,7	-	-	-	2,6	-	38,41
50 (Mo)	61,5	-	-	-	3,0	-	37,67
100 (Mo)	60,3	-	-	-	2,7	-	38,15
0 (N)	60,0	7,0	-	-	2,8	-	38,28
200 (N)	61,3	7,1	-	-	2,7	-	38,31
Semente	61,7	-	13,5	4,0	2,7	-	38,59
Foliar	60,6	-	14,1	4,0	2,8	-	37,84
Valores de F							
Testemunha	1,46 ns	0,73 ns	0,89 ns	1,71 ns	0,25 ns	6,45*	1,46 ns
Test. x Fatorial	2,26 ns	8,73**	10,99**	5,55*	0,27 ns	2,83 ns	2,26 ns
Molibdênio (Mo)	0,68 ns	0,16 ns	5,69**	0,14 ns	2,10 ns	28,8**	0,68 ns
Forma (F)	1,08 ns	11,82**	2,59 ns	0,00 ns	0,60 ns	5,32*	1,08 ns
Nitrogênio (N)	0,04 ns	2,77 ns	1,10 ns	0,01 ns	0,42 ns	8,57**	0,04 ns
Mo x F	0,91 ns	5,61**	3,07 ns	0,22 ns	0,53 ns	15,57**	0,91 ns
Mo x N	0,64 ns	0,70 ns	5,99**	3,94*	1,70 ns	13,51**	0,64 ns
F x N	0,04 ns	1,19 ns	0,17 ns	2,35 ns	1,26 ns	17,15**	0,04 ns
Mo x F x N	0,42 ns	1,05 ns	4,01 ns	4,72*	1,80 ns	27,04**	0,42 ns
CV %	6,25	4,83	9,07	10,07	18,98	7,06	6,25

Médias seguidas de letras distintas na coluna, diferem entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade. ns, * e ** - não significativo, e significativo a 5 e 1%, de probabilidade, respectivamente.

Testemunha 1 - dose 0 g ha^{-1} de Molibdênio e 0 Kg ha^{-1} de nitrogênio.

Testemunha 2 - dose 0 g ha^{-1} de Molibdênio e 200 Kg ha^{-1} de nitrogênio.

evidenciando que quando se reduziu o ciclo da cultura, houve menor acúmulo de proteína nas sementes. Esses resultados foram semelhantes aos observados por Lazarini (1995) que verificou

evidenciando que quando se reduziu o ciclo da cultura, houve menor acúmulo de proteína nas sementes. Esses resultados foram semelhantes aos observados por Lazarini (1995) que verificou redução nos teores de proteínas com o atraso da semeadura de soja. Nakagawa et al. (1984 p.45-56 apud KONO, 1979), revelaram que os teores de proteínas das sementes continuam sofrendo influência das condições nutricionais da planta até o final da maturação, onde, por exemplo, uma menor precipitação nestes estádios, pode afetar o teor protéico final.

A aplicação de molibdênio (fatorial) proporcionou teores de proteína total nas sementes inferior à não aplicação (testemunhas) (Tabela 12), resultado este que discorda dos obtidos por Sfredo et al, (1994 p.1-7) que observaram grandes diferenças a favor do molibdênio entre tratamentos com e sem a presença do nutriente.

Os teores de P, K, Ca, Mg e S, em média (Tabelas 12 e 13) observados nas duas épocas de semeadura encontraram-se para o fósforo e magnésio acima, para o potássio inferior e para o cálcio e enxofre, semelhante aos citados pela Embrapa (2001) e Ambrosano et al. (1996, p.189-291) e aos observados por Lazarini (1995). Portanto, apenas o potássio esteve aquém do valor normalmente encontrado em lavouras de soja, apesar de, na amostra de solo retirada na área experimental, ter-se obtido valor de K considerado médio, segundo Raij et al. (1996) e ter-se utilizado 50 kg de $K_2O\ ha^{-1}$ na adubação de semeadura, recomendada segundo Mascarenhas e Tanaka (1986, p.202-203).

Quanto ao efeito dos tratamentos, verificou-se que para o fósforo, obteve-se diferença significativa na semeadura de fevereiro para testemunha x fatorial, entre formas de aplicação de molibdênio e interação entre dose de molibdênio x forma de aplicação. Na comparação entre testemunhas x fatorial, o maior valor de P foi obtido para testemunhas e quanto a interação entre dose de molibdênio x forma de aplicação (Tabela 14) verificou-se que as doses 50 e 100g de Mo ha^{-1} quando aplicadas via semente, proporcionam maior teor de fósforo nas sementes.

Os teores de potássio nas sementes na semeadura de novembro, foram estatisticamente diferentes na comparação entre testemunha x fatorial, doses de nitrogênio e interação entre dose de molibdênio x dose de nitrogênio. As testemunhas apresentaram maior teor de potássio que o fatorial e através da Tabela 15, verifica-se que na dose 100 g ha^{-1} de molibdênio, a presença de nitrogênio na adubação de semeadura e em cobertura, levou a produção de sementes com maior teor de potássio. Na semeadura de fevereiro novamente, as testemunhas apresentaram sementes com maior teor de potássio e no desdobramento da interação dose de molibdênio x dose de nitrogênio (Tabela 16) verificou-se que na maior dose de molibdênio, também a presença de nitrogênio levou a obtenção de sementes com maior teor de K e na comparação entre doses de molibdênio, houve diferença significativa quando utilizou-se 200 kg ha^{-1} de nitrogênio na soja e

nesse caso a dose 100 g ha^{-1} de molibdênio, proporcionou produção de sementes com maior teor de K.

Tabela 14. Desdobramento da interação forma de aplicação x dose de molibdênio, significativa para teor de fósforo na semente (g kg^{-1}) na semeadura de fevereiro. Selvíria-MS, 2003.

Dose de molibdênio (g ha^{-1})	Forma de aplicação	
	Semente	Foliar
25	7,02	7,15
50	7,31 A	6,73 B
100	7,34 A	6,77 B

Médias seguidas de letras distintas maiúsculas na linha diferem entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade

Tabela 15. Desdobramento da interação dose de nitrogênio x dose de molibdênio, significativa para teor de potássio (g kg^{-1}) na semente, na semeadura de novembro. Selvíria-MS, 2002/03.

Dose de molibdênio (g ha^{-1})	Dose de nitrogênio (kg ha^{-1})	
	0	200
25	14,74	14,22
50	13,44	14,60
100	12,51 B	15,20 A

Médias seguidas de letras distintas maiúsculas na linha diferem entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

Quanto ao teor de cálcio verificou-se na semeadura de novembro diferença significativa entre testemunha x fatorial, apresentando o fatorial, sementes com menor teor de cálcio, bem como, entre doses de molibdênio e interação entre dose de molibdênio e forma de aplicação deste.

Na Tabela 17 verificou-se que não houve diferença entre as formas de aplicação de molibdênio e em relação às doses utilizadas, quando aplicadas via semente a menor dose foi

superior às demais e quando aplicada via foliar a mesma foi superior apenas à maior dose, quanto ao teor de cálcio nas sementes.

Tabela 16 . Desdobramento da interação dose de nitrogênio x dose de molibdênio, significativa para teor de potássio (g kg^{-1}) na semente, na semeadura de fevereiro. Selvíria-MS, 2003.

Dose de molibdênio (g ha^{-1})	Dose de nitrogênio (kg ha^{-1})	
	0	200
25	13,53	12,88 c
50	13,60	13,55 b
100	13,51 B	15,81 Aa

Médias seguidas de letras distintas maiúsculas na linha e minúsculas na coluna diferem entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

Tabela 17. Desdobramento da interação forma de aplicação x dose de molibdênio, significativa para teor de cálcio (g kg^{-1}) na semente, na semeadura de novembro. Selvíria-MS, 2002/03.

Dose de molibdênio (g ha^{-1})	Forma de aplicação	
	Semente	Foliar
25	4,71 a	4,28 a
50	3,81 b	4,38 a
100	4,08 b	3,58 b

Médias seguidas de letras distintas minúsculas na coluna diferem entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade

Na semeadura de fevereiro novamente ocorreu diferença entre testemunha e fatorial, somente que, nesta época, as testemunhas proporcionaram sementes com maior teor de cálcio. Dentro do fatorial, pelo Teste F, observou-se interação significativa entre dose de molibdênio x dose de nitrogênio (Tabela 13), no entanto, através da Tabela 18, referente ao desdobramento desta interação, não verificou-se diferença entre as médias analisadas através do Teste de Tukey.

Tabela 18. Desdobramento da interação dose de nitrogênio x dose de molibdênio, significativa para teor de cálcio (g kg^{-1}) na semente, na semeadura de fevereiro. Selvíria-MS, 2003.

Dose de molibdênio (g ha^{-1})	Dose de nitrogênio (kg ha^{-1})	
	0	200
25	3,83	4,19
50	4,20	3,76
100	3,91	3,95

Para os teores de magnésio na semente, apenas observou-se efeito significativo para interação entre dose de molibdênio x forma de aplicação, na semeadura de novembro. Observando-se os dados apresentados na Tabela 19, verificou-se que a diferença ocorreu quando utilizou-se a dose 50 g ha^{-1} , sendo a aplicação via foliar, a que proporcionou sementes com maior teor de magnésio.

Tabela 19. Desdobramento da interação forma de aplicação x dose de molibdênio, significativa para teor de magnésio (g kg^{-1}) na semente, na semeadura de novembro. Selvíria-MS, 2002/03.

Dose de molibdênio (g ha^{-1})	Forma de aplicação	
	Semente	Foliar
25	2,88	2,81
50	2,66 B	2,91 A
100	2,73	2,75

Médias seguidas de letras distintas maiúsculas na linha diferem entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade

Os teores de enxofre na semente foram significativamente diferentes, na semeadura de novembro, quando comparou-se as testemunhas, as testemunhas com o fatorial, doses de nitrogênio e as interações entre dose de molibdênio x dose de nitrogênio, dose de molibdênio x forma de aplicação e dose de nitrogênio x forma de aplicação. Entre as testemunhas o maior teor de S na semente foi obtido quando aplicou-se 200 kg ha^{-1} de nitrogênio. Quando comparou-se as testemunhas com o fatorial, o maior teor de S na semente foi obtido com o

fatorial, ou seja, a aplicação do molibdênio favoreceu o acúmulo de S na semente. Nas Tabelas 20 e 21 verifica-se que os maiores teores de S na semente foram obtidos com a dose 100 g ha^{-1} de molibdênio na presença de 200 kg ha^{-1} de nitrogênio em relação à ausência do nitrogênio; com a aplicação de 50 g ha^{-1} de molibdênio via semente, em relação à aplicação da mesma dose via folha (Tabela 20) ou na ausência de nitrogênio e aplicação de molibdênio via foliar, em relação à presença de nitrogênio e com aplicação de molibdênio da mesma forma.

Tabela 20. Desdobramento da interação dose de nitrogênio x dose de molibdênio e forma de aplicação x dose de molibdênio, significativas para teor de enxofre (g kg^{-1}) na semente, na semeadura de novembro. Selvíria-MS, 2002/03.

Dose de molibdênio (g ha^{-1})	Dose de nitrogênio (kg ha^{-1})		Forma de aplicação	
	0	200	Semente	Foliar
25	3,21	2,99	3,02	3,20
50	2,98	3,24	3,34 A	2,88 B
100	2,90 B	3,30 A	3,10	3,11

Médias seguidas de letras distintas, maiúsculas na linha diferem entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade

Tabela 21. Desdobramento da interação forma de aplicação x dose de nitrogênio, significativa para teor de enxofre (g kg^{-1}) na semente, na semeadura de novembro. Selvíria-MS, 2002/03.

Dose de nitrogênio (kg ha^{-1})	Forma de aplicação	
	Semente	Foliar
0	3,14	3,22 a
200	3,16	2,90 b

Médias seguidas de letras distintas minúsculas na coluna diferem entre si, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

Na semeadura de fevereiro, somente não foi obtido efeito significativo entre os tratamentos quando comparou-se as testemunha x fatorial. Nesta época de semeadura, entre as testemunhas o maior teor de S foi obtido na ausência de nitrogênio mineral. Na Tabela 22 verifica-se que o maior teor de enxofre na semente foi obtido quando na ausência de nitrogênio, aplicou-se o molibdênio via semente, entretanto, na presença de nitrogênio, o maior teor de

enxofre foi obtido com a aplicação de molibdênio via folha. Através dos dados apresentados na Tabela 23 verifica-se que entre as doses de molibdênio, o maior teor de S na semente foi obtido quando na ausência ou presença de nitrogênio utilizou-se as doses 50 e 100 g ha⁻¹ de molibdênio, respectivamente. Quando comparou-se as doses de nitrogênio, dentro de cada dose de molibdênio, obteve-se diferença significativa nas doses 25 e 50 g ha⁻¹ de molibdênio, e neste caso, na ausência de nitrogênio, obteve-se os maiores teores de S na semente. Através do desdobramento da interação dose de molibdênio x forma de aplicação os maiores teores de S na semente foram obtidos com aplicação de molibdênio via semente, independente da dose utilizada e na comparação entre as doses para cada forma de aplicação verificou-se comportamento semelhante das doses, independente da forma de aplicação, destacando-se a dose 50 g ha⁻¹ de Mo como a que proporcionou o maior teor de S na semente.

Tabela 22. Desdobramento da interação formas de aplicação x dose de nitrogênio, significativa para teor de enxofre (g kg⁻¹) na semente, na semeadura de fevereiro. Selvíria-MS, 2003.

Dose de nitrogênio (kg ha ⁻¹)	Forma de aplicação	
	Semente	Foliar
0	3,15 A	2,77 B
200	2,74 B	2,85 A

Médias seguidas de letras distintas maiúsculas na linha diferem entre si, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade

Tabela 23. Desdobramento da interação dose de nitrogênio x dose de molibdênio e forma de aplicação x dose de molibdênio, significativas para teor de enxofre (g kg⁻¹), na semeadura de fevereiro. Selvíria-MS, 2003.

Dose de molibdênio (g ha ⁻¹)	Dose de nitrogênio (kg ha ⁻¹)		Forma de aplicação	
	0	200	Semente	Foliar
25	2,78 Ab	2,35 Bc	2,76 Ac	2,36 Bc
50	3,22 Aa	2,87 Bb	3,22 Aa	2,88 Ba
100	2,89 b	3,15 a	3,19 Ac	2,86 Bb

Médias seguidas de letras distintas, maiúsculas na linha e minúscula na coluna diferem entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade

4.5. Qualidade fisiológica das sementes

Nas Tabelas 24 e 25 podem ser observados os resultados observados para a qualidade fisiológica das sementes de soja, obtidos através dos testes de germinação, primeira contagem, condutividade elétrica e envelhecimento acelerado, em função de épocas de semeadura (novembro e fevereiro, respectivamente), doses de molibdênio (25, 50 ou 100 g ha⁻¹ de Mo), forma de aplicação (semente ou foliar) e presença ou ausência de adubação nitrogenada (0 ou 200 kg ha⁻¹).

Analisando-se os valores obtidos no teste de germinação (Tabelas 24 e 25) verificou-se diferença significativa para doses de molibdênio na semeadura de novembro sendo a dose 50 g ha⁻¹ a que apresentou menor porcentagem de germinação em relação às demais. Através do teste de germinação (Tabelas 24 e 25) foi observado que as sementes obtidas tanto na semeadura de novembro, quanto na semeadura de fevereiro apresentam alta qualidade fisiológica segundo as recomendações da Embrapa para os estados de São Paulo e Mato Grosso (EMBRAPA, 2001).

Para primeira contagem de germinação foi observada diferença significativa para formas de aplicação de molibdênio na semeadura de novembro (Tabela 24), sendo a aplicação via semente a que proporcionou maior porcentagem de plântulas na primeira contagem de germinação e os demais tratamentos não apresentaram diferença significativa nas duas épocas de semeadura (Tabelas 24 e 25).

No teste de condutividade elétrica verificou-se diferença significativa entre testemunhas na semeadura de novembro (Tabela 24) e para doses de nitrogênio em ambas épocas de semeadura (Tabelas 24 e 25). Através dos resultados, verifica-se que entre as testemunhas, quando utilizou-se nitrogênio, obteve-se sementes com maior valor de condutividade elétrica. Para doses de nitrogênio, na presença de molibdênio, verificou-se novamente que a presença de nitrogênio proporcionou sementes com maior valor de condutividade elétrica, independente da época de semeadura. Os valores obtidos para condutividade elétrica, na solução de embebição das sementes produzidas na semeadura de novembro foram superiores aos observados com as sementes produzidas na semeadura de fevereiro, provavelmente pelas condições climáticas adversas (alta temperatura e umidade) que normalmente ocorrem na maturação das sementes de soja com semeadura em novembro, em relação à semeadura em época de safrinha e também, devido às sementes produzidas na semeadura de novembro foram armazenadas por um período de aproximadamente dois meses antes da realização do teste e



sabe-se que por apresentar elevados teores de óleo, proteína e carboidratos a semente de soja perde sua viabilidade com relativa facilidade.

Tabela 24. Primeira contagem (%), germinação (%), condutividade elétrica ($\mu\text{S cm g}^{-1}$) e envelhecimento acelerado em função dos tratamentos na semeadura de novembro. Selvíria-MS, 2002/03.

Causas da Variação	Germinação	Primeira contagem	Condutividade elétrica	Envelhecimento acelerado
Testemunha 1	87,3	86,7	107,8b	38,0
Testemunha 2	87,7	86,3	132,1a	27,0
Testemunha	87,5	86,5	120,0	32,5b
Fatorial	86,2	85,0	123,7	42,9a
25 (Mo)	88,1a	86,5	117,3	-
50 (Mo)	84,5b	83,5	125,2	-
100 (Mo)	86,0a	84,9	128,5	-
0 (N)	85,3	84,6	119,0b	-
200 (N)	87,1	85,3	128,4a	-
Semente	86,9	86,3a	123,1	42,9
Foliar	85,4	83,7b	124,2	42,9
Valores de F				
Testemunha	0,01 ns	0,01 ns	5,16*	2,93 ns
Test. x Fatorial	0,89 ns	0,68ns	0,41 ns	9,0*
Molibdênio (Mo)	3,03*	1,99 ns	2,31 ns	1,15 ns
Forma (F)	1,58 ns	4,53*	0,06 ns	0,00 ns
Nitrogênio (N)	2,08 ns	0,35 ns	4,63 *	4,57*
Mo x F	2,58 ns	2,77 ns	0,13 ns	3,43*
Mo x N	0,2 ns	0,09 ns	0,06 ns	7,94 **
F x N	3,64 ns	0,46 ns	0,55 ns	0,49 ns
Mo x F x N	0,07 ns	0,02 ns	1,90 ns	5,53**
CV (%)	5,86 ns	6,1 ns	15,06 ns	26,9

Médias seguidas de letras distintas na coluna diferem entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

ns, * e ** - não significativo, e significativo a 5 e 1%, de probabilidade, respectivamente.

Testemunha 1 - dose 0 g ha^{-1} de Molibdênio e $0 \text{ Kg}^{-1} \text{ ha}$.

Testemunha 2 - dose 0 g ha^{-1} de Molibdênio e $200 \text{ Kg}^{-1} \text{ ha}$ de nitrogênio.

Tabela 25. Primeira contagem (%), germinação (%), condutividade elétrica ($\mu\text{S cm g}^{-1}$) e envelhecimento acelerado em função dos tratamentos na semeadura de febreiro. Selvíria-MS, 2003.

Causas da Variação	Germinação	Primeira contagem	Condutividade elétrica	Envelhecimento acelerado
Testemunha 1	83,3	80,0	82,3	55,7b
Testemunha 2	90,7	85,3	78,5	77,7a
Testemunha	87,0	82,7	80,4	66,7
Fatorial	86,4	81,9	82,6	63,8
25 (Mo)	86,5	83,0	85,4	-
50 (Mo)	85,4	79,0	81,8	-
100 (Mo)	87,3	83,7	80,4	-
0 (N)	85,4	80,4	80,1b	-
200 (N)	87,4	83,4	85,0a	-
Semente	86,3	81,0	81,6	-
Foliar	86,5	82,8	83,5	-
Valores de F				
Testemunha	1,74 ns	1,56ns	0,47 ns	7,6**
Test. x Fatorial	0,05 ns	0,03 ns	0,50 ns	0,46 ns
Molibdênio (Mo)	0,21 ns	1,28 ns	1,74 ns	0,91 ns
Forma (F)	0,00 ns	0,52 ns	0,68 ns	0,01 ns
Nitrogênio (N)	0,74 ns	1,46 ns	4,56*	20,12**
Mo x F	1,84 ns	2,66 ns	0,04 ns	0,99 ns
Mo x N	1,27 ns	1,55 ns	2,19 ns	3,85*
F x N	0,09 ns	0,17 ns	0,59 ns	7,92**
Mo x F x N	0,31 ns	0,33 ns	4,92*	0,76 ns
CV (%)	11,75	13,09	11,68	21,5

Médias seguidas de letras distintas na coluna diferem entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade. ns, * e ** - não significativo, e significativo a 5 e 1%, de probabilidade, respectivamente.

Testemunha 1 - dose 0 g ha⁻¹ de Molibdênio e 0 Kg⁻¹ ha.

Testemunha 2 - dose 0 g ha⁻¹ de Molibdênio e 200 Kg⁻¹ ha de nitrogênio.

Sá e Lazarini (1995, p.143) verificaram que valores abaixo de 60 $\mu\text{mhos cm}^{-1} \text{ g}^{-1}$ obtidos nos testes de condutividade elétrica, realizado com 25 sementes se correlacionou com alta porcentagem de emergência no solo, alta germinação e alto nível de vigor. Sendo assim, no experimento relatado, todos os tratamentos apresentavam valores elevados, tanto na semeadura de novembro quanto na semeadura de fevereiro.

Verifica-se pelo teste de envelhecimento acelerado, diferença significativa para doses de nitrogênio e quando a testemunha foi comparada com o fatorial na semeadura de novembro (Tabela 24) observando-se superioridade do fatorial. Foram observadas diferenças significativas para as interações dose de nitrogênio x dose de molibdênio e forma de aplicação x dose de molibdênio na semeadura de novembro (Tabela 26). Através dos resultados obtidos verificou-se que a as maiores doses, tanto de nitrogênio quanto de molibdênio foram as que apresentaram maior porcentagem de plântulas normais. Na interação entre forma de aplicação x dose de molibdênio, apesar de ser significativa pelo Teste F, não observou-se diferença significativa entre às médias através do Teste de Tukey (Tabela 26).

Tabela 26. Desdobramento da interação dose de nitrogênio x dose de molibdênio e forma de aplicação x dose de molibdênio, significativas para o teste de envelhecimento acelerado (% de plântulas normais), na semeadura de novembro. Selvíria-MS, 2002/03.

Dose de molibdênio (g ha^{-1})	Dose de nitrogênio (kg ha^{-1})		Forma de aplicação	
	0	200	Semente	Foliar
25	43,2	38,2 c	40,5	40,8
50	44,5	46,5 b	41,3	49,7
100	32,7 B	52,5 Aa	46,8	38,3

Médias seguidas de letras distintas, maiúsculas na linha e minúscula na coluna diferem entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade

Para semeadura de fevereiro, verificou-se diferença significativa para testemunhas e doses de nitrogênio, mostrando que na dose 200 kg ha^{-1} de nitrogênio e ausência de molibdênio, a porcentagem de plântulas normais foi maior em relação ao tratamento com ausência de adubação nitrogenada e molibdênio. Verificou-se significância nas interações dose de molibdênio x dose de nitrogênio e forma de aplicação x dose de nitrogênio. No desdobramento da interação dose de nitrogênio x dose de molibdênio a maior porcentagem de plântulas obtidas foi com o tratamento 25 g ha^{-1} de molibdênio e ausência de adubação nitrogenada (Tabela 27) e

na interação forma de aplicação x dose de nitrogênio (Tabela 28) observou-se a maior porcentagem de plântulas quando o molibdênio foi aplicado via foliar e na ausência de adubação nitrogenada

Tabela 27. Desdobramento da interação dose de molibdênio x dose de nitrogênio significativa para o teste de envelhecimento acelerado (%), na semeadura de fevereiro. Selvíria-MS, 2003.

Dose de molibdênio (g ha^{-1})	Dose de nitrogênio (kg ha^{-1})	
	0	200
25	80,0A	53,7 B
50	64,0	59,7
100	69,2	56,0

Médias seguidas de letras distintas, maiúsculas na linha diferem entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

Tabela 28. Desdobramento da interação formas de aplicação x dose de nitrogênio, significativa para o teste de envelhecimento acelerado (%), na semeadura de fevereiro. Selvíria-MS, 2003.

Dose de nitrogênio (kg ha^{-1})	Forma de aplicação	
	Semente	Foliar
0	66,7	75,4 a
200	61,2	51,7 b

Médias seguidas de letras distintas minúsculas na coluna diferem entre si, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

5. CONCLUSÕES

Nas condições em que foi desenvolvido o presente experimento pode-se concluir que:

Para semeadura de novembro.

- a inoculação é capaz de proporcionar teor adequado de N na folha, avaliado no florescimento pleno;
- a adição de nitrogênio via fertilizante ou molibdênio via semente reduzem o número de nódulos por planta e a massa seca de nódulos;
- na ausência de molibdênio a adubação nitrogenada aumentou a produção de sementes de soja;
- houve interação entre molibdênio e adubação nitrogenada, sendo que, na presença da adubação nitrogenada, pode-se utilizar a menor dose de molibdênio (25 g de Mo ha⁻¹) e na ausência, deve-se utilizar no mínimo 50 g de Mo ha⁻¹;
- na ausência de molibdênio a adubação nitrogenada mineral aumentou o teor de N na semente.

Para semeadura de fevereiro.

- a soja responde a adubação nitrogenada, mas simultaneamente deve existir aplicação de molibdênio via semente;
- não há diferença quanto às doses de molibdênio utilizadas na produtividade da soja;
- o número de nódulos por planta, a massa seca de nódulos e o teor de N na semente não foram influenciados pelos tratamentos utilizados;
- o teor de enxofre na semente é maior quando à aplicação de molibdênio é via semente;

- o teor de enxofre na semente é influenciado pela dose de molibdênio e forma de aplicação, onde os maiores teores foram obtidos quando na aplicação via semente ou foliar utilizou-se às doses 25 e 50 g ha⁻¹ de Mo, respectivamente.

Para semeadura de novembro e fevereiro.

- as sementes produzidas apresentaram independente dos tratamentos utilizados, germinação acima do mínimo exigido para comercialização, no entanto, quanto ao vigor, os testes de envelhecimento acelerado e condutividade elétrica caracterizaram-nas de baixo vigor, principalmente às produzidas na semeadura de fevereiro.



6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AHMED, S.; EVANS, H.J. Cobalt a micronutrient element for the growth of soybean under symbiotic conditions. **Soil Science**, v.90, p.205-210, 1961.

AMBROSANO, E.J. et al., Efeitos da adubação nitrogenada e com micronutrientes na qualidade de sementes do feijoeiro cultivar IAC-carioca. **Bragantia**, Campinas, v.58, n.2, p.393-399, 1999

AMBROSANO, E.J.; TANAKA, R.T.; MASCARENHAS, H.A.A. Leguminosas e oleaginosas. In: RAIJ, B. van et al. (Ed.) Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo. Campinas: IAC, 1996. p.189-291. (Boletim Técnico, 100)

AOAC. Association of Official Agricultural Chemists. Official methods of analysis of the AOAC. Washington: AOAC, 1970. 1015p.

ARATANI, R.G. **Culturas de cobertura e épocas de aplicação de nitrogênio para as culturas de milho e soja em plantio direto na região de cerrado**. Ilha Solteira: FE/UNESP, 2003. Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira - Universidade Estadual Paulista, 2003, 53p. (Dissertação de Mestrado).

ARAUJO, G.A.A., et al. Influência do molibdênio e do nitrogênio sobre duas variedades de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.). **Ceres**, Viçosa, v.34, n.194, p.333-339, 1987.



ASPINALL, G.O.; BERGBIE, R.; MCKAY, J.E. Polysaccharide components of soybeans. **Cereal Sci. Today**, St. Paul, n.12, p.223, 226, 260-261, 1967.

BHANFGOO, M.S.; ALBRITTON, D.J. Response of nodulating and nonnodulating soybean isolines to applied nitrogen. **Ark. Farm Res.**, v.24, n.6, 1975.

BARKER, M.R.; WUNSCH, W.A. Plantio direto no Rio Grande do Sul. **Outlook Agriculture**, v.9, n.8, p.114-120, 1997.

BARNI, A.N.; KOLLING, J. Técnicas culturais, técnica de inoculação e eficiência de adubação nitrogenada. In: MIYASAKA, S.; MEDINA, J.C. (Ed.). **A soja no Brasil**. Campinas: ITAL, 1981. p.533-536.

BELLINTANI-NETO, A.M.; LAM-SANCHEZ, A. Efeito do molibdênio sobre a nodulação e produção de soja (*Glycine max*). **Científica**, n.1, v.1, p.13-17, 1974.

BONETTI, L.P. Cultivares e seu melhoramento genético. In: VERNETTI, F.J. (Coord.) **Soja: genética e melhoramento**. Campinas: Fundação Cargill, 1983. p.791-794.

BRACCINI, A.L.E. et al. Influencia do processo de hidratação-desidratação na qualidade fisiológica de sementes de soja durante o armazenamento. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.19, n.1, p.80-87, 1997.

BÜLL, L.T. Nutrição mineral do milho. In: **Cultura do milho: fatores que afetam a produtividade**. Piracicaba: POTAFOS, 1993. p.63-145.

BORTELS, H. The effect on molybdenum and vanadium compounds on leguminosae. **Arch. Mikrobiol**, v.8, p.13-26, 1937.

BRASIL. Ministério da Agricultura. **Regras para análise de sementes**. Brasília: SNAD/DNDV/CLAV, 1992. 365p.

BRUSULEMA, T. Potássio aumenta a produção de isoflavonas na soja. **Informações Agronômicas**, PATAFÓS, n.94, 2001. 5p.

CALAROTA, N.E.; CARVALHO, N.M. Efeitos da adubação nitrogenada em cobertura sobre os conteúdos de óleo e proteína e qualidade fisiológica de sementes de girassol (*Helianthus annuus*). **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.6, n.3, p.41-49, 1984.

CÂMARA, G.M.S. Nitrogênio e produtividade da soja. In: CÂMARA, G.M.S. (Ed.) **Soja: tecnologia da produção II**. Piracicaba: ESALQ /LPV, 2000. p.295-339.

CAMARGO, P.N.; SILVA, O. **Manual de adubação foliar**. São Paulo: La Libreria, 1975. 258p.

CAMPO, R. J.; ALBINO, U. B.; HUNGRIA, M. Métodos de aplicação de micronutrientes na nodulação e na fixação de N₂ em soja. **Pesquisa em andamento**. Embrapa-CNPSO, n.19, p.01-07, 1999.

CAMPO, R.J.; HUNGRIA, M. Inoculação de soja em sistema de plantio direto. In: SIMPÓSIO SOBRE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS NO SISTEMA PLANTIO DIRETO, 1, 2000, Ponta Grossa. **Anais...** Ponta Grossa: Associação dos Engenheiros Agrônomos, 2000. p.146-160.

CARVALHO, N.M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. Campinas: Fundação Cargill, 1980. 224p.

CHAPMAN JR, G.W.; ROBERTSON, J.A.; BURDICK, D. Chemical composition and lipoxygenase activity in soybeans as affected by genotype and environment. **Journal of American Oil Chemists Society**, v.53, p.54-56, 1976.

CHENIAE, R.A.; EVANS, H.J. Physiological studies on nodule nitrate reductase. **Plant Physiol.**, v.49, p.454-462, 1959.

CHU, W.S.; SHELDON, V.L. Soybean oil quality as influenced by planting site and variety. **Journal of American Oil Chemists Society**, n.56, p.71-73, 1979.

COSTA, S.I.; MIYA, E.E.; FUJITA, J.T. Composição química e qualidades organolépticas e nutricionais das principais variedades de soja cultivadas no Estado de São Paulo. **Coletânea do Instituto de Tecnologia de Alimentos**, v.5, p.305-319, 1973/74.

DELAVALLE, F.G. **Culturas de cobertura do solo e calagem na implantação de plantio direto para as culturas de milho e soja**. Ilha Solteira: FE/UNESP, 2002. Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira - Universidade Estadual Paulista, 2002, 107p. (Dissertação de Mestrado).

DELOUCHE, J.C. Metodologia de pesquisa em sementes. III. Vigor, envigoroamento e desempenho no campo. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.3, n.2, p.57-64, 1981.

Departamento de Agricultura dos Estados Unidos (USDA). Oferta e demanda de soja, **O Estado de São Paulo**, São Paulo, 14 jan. 2004. Suplemento Agrícola, Caderno G4.

DHINGRA, O.D. Prejuízos causados por microorganismos durante o armazenamento de sementes. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.7, n.1, p.139-145, 1985.

DEMATTE, J.L.I. **Levantamento detalhado dos solos do Campus Experimental de Ilha Solteira**. Piracicaba: ESALQ/USP, 1980. 114 p. (mimeografado).

EADY, R.R.; POSTGATE, J.R. Nitrogenase. **Nature**, v.249, p.805-810, 1974.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Rio de Janeiro: EMBRAPA/CNPSo, 1999. 412p.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Recomendações técnicas para a cultura da soja na região central do Brasil 2001/02**. Londrina: EMBRAPA/CNPSo, 2001. 267p. (Documentos, 167)

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Tecnologias de produção de soja - Região Central do Brasil 2004**. Londrina: EMBRAPA/CNPSo, 2003. (versão on-line) disponível em **www.embrapa.br** - Acesso em 08 de janeiro de 2004.



FABRE, F.; PLANCHON, C. Nitrogen nutrition, yield and protein content in soybean. **Plant Science**, v.152, p.51-58, 2000.

FARACO, M.H.; MORAES, R.M.; TEIXEIRA, J.P.F.; SILVA, M.T.R.; MASCARENHAS, H.A.A. Influência em anos agrícolas sobre a composição e acúmulo de óleo em grãos de soja cv. Santa Rosa. In: SEMINÁRIO NACIONAL DE PESQUISA DE SOJA, 2, 1981, Brasília. **Anais...** Londrina, EMBRAPA-CNPSO, 1982. p.544-553.

FERNANDES, F.M.; KURAMOTO, C.M.; MELLO, L.M.M. Resposta da cultura do milho (*Zea mays* L.) a adubação nitrogenada sobre semeadura direta na região do cerrado. **Revista Plantio Direto**, v.54, p.35, 1999.

FERNANDES, F.A.; ARF, O.; BINOTTI, F.F.S. Molibdênio foliar e nitrogênio via solo em feijoeiro cultivado no sistema plantio direto. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 29, 2003, Ribeirão Preto. **Anais...** Sociedade Brasileira de Ciência do Solo e Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho - Campus de Botucatu, Ilha Solteira e Jaboticabal, 2003. CD-ROM.

FERREIRA, M.E. et al. **Micronutrientes e elementos tóxicos**. Jaboticabal: CNPQ/FAPESP/POTAFÓS, 2001. 600p.

FOLLE, S.M.; SIXAS, J.M. Mecanização agrícola. In: GOEDERT, W.J. (Ed.). **Solos dos cerrados: tecnologia e estratégias de manejo**. São Paulo: NOBEL/EMBRAPA-CPAC, 1980. p.385-408.

FORMOSO, A.; KOEHN, D. Sementes de soja de qualidade garantida. **IPAGRO Informa**, Porto Alegre, n.18, p.57-62.

FRANCO, A.A.; FONSECA, O.O.; MARRIEL, I.E. Efeito do nitrogênio mineral na atividade da nitrogenase e nitrato redutase, durante o ciclo da soja no campo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.2, p.110-114, 1978.



FREEBORN, J.R.; HOLSHOUSER, D.L.; ALLEY, M.M.; POWELL, N.L.; ORCUTT, D.M. Soybean yield response to reproductive stage soil-applied nitrogen and foliar-applied boron. *Agronomy Journal*, v.93, p.1200-1209, 2001.

FREITAS, L.M.M. **Adubação e calagem de soja em solos de campo cerrado**. In: PRIMEIRO SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SOJA, 1970. 30p.

FONTES, L.G.; ALMEIDA FILHO, J.; SEDYAMA, C.S. Conteúdo de óleo e proteína bruta nos grãos de algumas linhagens e variedades de soja (*Glycine max* (L.) Merrill). *Ceres*, Viçosa, v.21, p.500-505, 1974.

GAUDÊNCIO, C.A.A.; GAZZIERO, D.L.P.; JASTER, F.; GARCIA, A.; WOBETO, C. População de plantas de soja no sistema de semeadura direta para o Centro-Sul do Estado do Paraná. **Comunicado Técnico**, EMBRAPA-CNPSO, n.47, p.1-4, 1990.

GOMES, F. P. **Curso de estatística experimental**. 11. ed. Piracicaba: Nobel, 1985. 466p.

GONÇALVES-JR., C.A.; PESSOA, A.C.S.; LUCHESE, E.B.; LUCHESE, A.V.; SELINGER, A.L.; MARCON, E.; FRANDOLOSO, J.F.; COTTICA, R.L. Germinação de sementes e desenvolvimento de plantas de milho em resposta ao tratamento com molibdênio via semente. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS, 25; REUNIÃO BRASILEIRA SOBRE MICORRIZAS, 9; SIMPÓSIO BRASILEIRO DE MICROBIOLOGIA DO SOLO, 7; SIMPÓSIO BRASILEIRO DE BIOLOGIA DO SOLO, 4, 2002, Rio de Janeiro. **Resumos expandidos...** Rio de Janeiro: Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, 2002. CD-ROM.

HATFIELD, J.L.; EGLI, D.B.; LEGGETT, J.E.; PEASLEE, D.E. Effect of applied nitrogen on the nodulation and early growth of soybeans (*Glycine max*). *Agronomy Journal*, v.66, p.112-114, 1974.

HERNANDEZ, F.B.T.; LEMOS-FILHO, M.A.F.; BUZETTI, S. **Software HIDRISA e o balanço hídrico de Ilha Solteira**. Ilha Solteira: UNESP/FEIS – Área de Hidráulica e Irrigação, 1995. 45p. (Série Irrigação, 01).

HUNGRIA, M.; VARGAS, M.A.T.; CAMPO, R.J.; GALERANI, P.R. Adubação nitrogenada na soja. **Comunicado Técnico**, EMBRAPA - CNPSo, n.57, p.1-4. 1997.

HUNGRIA, M.; VARGAS, M.A.T.; CAMPO, R.J. **A inoculação da soja**. Londrina: EMBRAPA/CNPSo, 1997. 28p. (Circular Técnica, 17)

HUNGRIA, M.; CAMPO, R.J.; MENDES, I.C. **Fixação biológica do nitrogênio na cultura da soja**. Londrina: EMBRAPA/CNPSo, 2001. 48p. (Circular Técnica, 13)

HUNGRIA, M.; CAMPO, R.J.; MENDES, I.C. Fixação biológica do nitrogênio na cultura da soja. In: WORKSHOP NITROGÊNIO NA SUSTENTABILIDADE DE SISTEMAS INTENSIVOS DE PRODUÇÃO AGROPECUÁRIA, 2000, Dourados. **Anais...** Dourados: EMBRAPA-Agropecuária Oeste/EMBRAPA-Agrobiologia, 2000. p.51-57. (Documentos, 26)

HYMOWITZ, R.; COLLINS, F.I.; PANCZNER, J.; WALKER, W.M. Relationship between the content of oil, protein, and sugar in soybean seed. **Agronomy Journal**, Madison, v.64, p.613-616, 1972a.

HYMOWITZ, R.; WALKER, W.M.; COLLINS, F.I.; PANCZNER, J. Stability of sugar content in soybean strains. **Comm. In Soil Sci. Anal.**, New York, v.3, p.367-373, 1972b.

ISRAEL, D.W. et al. Purification and characterization of the molybdenum-iron protein component of nitrogenase from soybean nodule bacterioides. **Journal of Biological Chemistry**, v.249, p.500-508, 1974.

KAKADE, M.L. et al. Biochemical and nutritional assessment of different varieties of soybeans. **J. Agric. Food Chem.**, v.20, p.87-90, 1972.

KAWAMURA, S. Review of PL 480 work on soybean carbohydrates. In: **INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOYBEAN PROTEIN FOODS**, Illinois, 1957. Peoria, Department of Agriculture, 1957. p.249-254. (ARS, 71-35).

KRIVORUCHCO, D.; KADA, H.; SAMBUCETTI, M.E.; SANAHUJA, J.C. Maturation time and some seed composition character effects nutritive value in soybean varieties. **Cereal Chem.**, St. Paul, n.56, p.217-219, 1979.

KRZYŻANOWSKI, F.C.; VIEIRA, R.D. Teste de condutividade elétrica. In: KRZYŻANOWSKI, F.C.; VIEIRA, R.D.; FRANÇA-NETO, J.B. (Ed.). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999. p.4.1- 4.26.

KROBER, O.A.; CARTTER, J.L. Quantitative interrelations of protein and nonprotein constituents of soybeans. **Crop Sci.**, Madison, n.2, p.171-172, 1962.

LAM-SANCHEZ, A.; YUYAMA, K. Época de plantio na cultura da soja (*Glycine max* (L.) Merrill), cultivares Santa Rosa e Viçosa em Jaboticabal SP. **Científica**, São Paulo, v.7, p.225-234, 1979.

LANTMANN, A.F.; SFREDO, G.J.; BORKERT, C.M.; OLIVEIRA, M.C.N. Resposta da soja a molibdênio em diferentes níveis de pH do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. v.13, p.45-49, 1989.

LAZARINI, E. **Comportamento da cultura da soja (*Glycine max* (L.) Merrill) em Selvíria - MS: época de semeadura, qualidade fisiológica de sementes e irrigação**. Ilha Solteira: FE/UNESP, 2001. Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira - Universidade Estadual Paulista, 2001, 130p. (Tese de Livre Docência na Cultura de Plantas Oleaginosas).

LAZARINI, E. **Avaliação das características agrônômicas e análises nutricionais de genótipos de soja semeados em diferentes épocas em Jaboticabal - SP**. Jaboticabal: FCAV/UNESP, 1995. Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias - Universidade Estadual Paulista, 1995. 197p. (Tese de Doutorado).

LAZARINI, E.; MELLO, L.M.M. **Plantio direto**. Ilha Solteira: Faculdade de Engenharia/UNESP, 1998. 60p. (Apostila)

MALAVOLTA, E. **Elementos de nutrição mineral de plantas**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1980. 251p.

MALAVOLTA, E., VITTI, G.C., OLIVEIRA, S.A. **Avaliação do estado nutricional das plantas**. Piracicaba: PATAFÓS, 1989. 201p.

MARCHETTI, M.E.; GUERRA, C.A.; ROBAINA, A.D.; SOUZA, L.C.F.; GONÇALVES, M.C.; NOVELINO, J.O. Absorção de nutrientes e produtividade da soja em função de fósforo, molibdênio e cobalto In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 29, 2003, Ribeirão Preto. **Anais...** Sociedade Brasileira de Ciência do Solo e Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho - Campus de Botucatu, Ilha Solteira e Jaboticabal, 2003, CD-ROM.

MARCOS-FILHO, J.; CICERO, S.M.; SILVA, W.R. **Avaliação da qualidade das sementes**. Piracicaba: FEALQ, 1987, 230p.

MASCARENHAS, H.A.A.; QUAGGIO, J.A.; HIROCE, R.; BRAGA, N.R.; MIRANDA, M.A.C.; TEIXEIRA, J.P.F. Resposta de soja à aplicação de doses de calcário em solo Latossolo Roxo distrófico de cerrado. I. Efeito imediato. In: SEMINÁRIO NACIONAL DE PESQUISA DE SOJA, 2, 1981, Brasília. **Resumos...** Londrina, EMBRAPA-CNPSO, 1981. p.185.

MASCARENHAS, H.A.A.; TANAKA, R.T. Soja. In: RAIJ, B. van et al. **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. Campinas: Instituto Agrônômico, 1996. p.202-203.

MEDINA, P.F. **Produção de sementes de cultivares precoces de soja, em diferentes épocas e locais do Estado de São Paulo**. Piracicaba: USP-ESALQ, 1994. Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz". Universidade de São Paulo, 1994. 173p. (Tese de Doutorado).

MERCANTE, F.M.; STAUT, L.A.; OTSUBO, A.A.; KURIHARA, C.H. **Nutrição nitrogenada da cultura da soja em Mato Grosso do Sul: reinoculação x adubação nitrogenada**. Dourados: EMBRAPA/CPAO, 2002. 6p. (Comunicado Técnico, 66).

MERCANTE, F.M.; STAUT, L.A.; OTSUBO, A.A.; KURIHARA C.H. Nutrição nitrogenada na cultura da soja em Mato Grosso do Sul. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 29, 2003, Ribeirão Preto. **Anais...** Sociedade Brasileira de Ciência do Solo e

Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho - Campus de Botucatu, Ilha Solteira e Jaboticabal, 2003, CD-ROM.

MILLERD, A. Biochemistry of legume seed protein. **Ann. Rev. Plant Physiol.**, Palo Alto, v.26, p.53-72, 1975.

MOOY, C.J. Molybdenum for better soybean yields. **Crop and Soil e Magazine**, p.11-13, 1970a.

MOOY, C.J. Molybdenum response of soybean (*Glycine max* L.). **Agronomy Journal**, Madison, v.62, p.195-196, 1970b.

MUZILLI, O. Fertilidade do solo em plantio direto. In: FANCELLI, A.L.; TORRADO, P.V.; MACHADO, J. (Coord.). **Atualização em plantio direto**. Campinas: Fundação Cargill, 1985. p.147-158.

MUZILLI, O. Desenvolvimento e produtividade das culturas In: **Plantio direto no Estado do Paraná**. Londrina: IAPAR, 1981, p.199-203. (Circular Técnica, 23).

NAKAGAWA, J. et al. Época de semeadura nos teores de óleo e proteína das sementes de soja. In: SEMINÁRIO NACIONAL DE PESQUISA DE SOJA, 3, 1984, Campinas, **Anais...** Londrina: EMBRAPA CNPSo, 1984. p.45-56.

NAKAGAWA, J.; ROSOLEM, C.A.; MACHADO, J.R. Épocas de semeadura de soja. I. Efeitos na produção de grãos e dos componentes da produção. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.18, p.1.187-98, 1983

OLIVEIRA, A.F.F.; ATHAYDE, M.L.F.; SADER, R. Avaliação da qualidade da soja produzida em área de reforma de canavial. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.26, p.613-621, 1991.

OLIVEIRA, I.P.; ARAUJO, R.S.; DUTRA, L.G. Nutrição mineral e fixação biológica do nitrogênio. In: ARAÚJO, R. S. et al. (Coord.) **Cultura do feijoeiro comum no Brasil**. Piracicaba: 1996. p.169-216.

OLIVEIRA, I.P.; THUNG, M.D.T. Nutrição mineral. In: ZIMMERMANN, M.J.O.; ROCHA, M.; YAMADA, T. (Ed.). **Cultura do feijoeiro: fatores que afetam a produtividade**. Piracicaba: POTAFOS, 1988. p.275-279.

OLIVEIRA, J.N.S. **Maximização da exploração da soja [*Glycine max* (L.) Merrill]: efeito da época de corte e adubação nitrogenada em cobertura na produção de feno e grãos oriundos da rebrota, cv. Cristalina**. Lavras: UFLA, 1987. Universidade Federal de Lavras, 1987. 87p. (Dissertação de Mestrado).

ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA AGRICULTURA Y LA ALIMENTACIÓN. Amino-acid content of foods and biological data on proteins: Ed. By Food Publicy and Food Science Service, Nutrition Division, FAO, 3. ed., Roma, 1976.

PEREIRA, L.A.G.; COSTA, N.P. Programa nacional de pesquisa de soja. **SEMENTES. Revista Brasileira de Sementes**. Brasília, v.3, n.3, p.75-98, 1981.

POPINIGIS, F. **Qualidade fisiológica de sementes**. Semente. Órgão Técnico do Planagem-M.A. Brasília, v.1, n.1, p.65-80, 1975.

QUEIROZ, E.F.; NEUMAIER, N.; TORRES, E.; PEREIRA, L.A.G. ; BIANCHETTI, A.; TERAZAWA, F.; PALHANO, J. B.; YAMASHITA, J. Recomendações técnicas para a colheita mecânica. In: MIYASAKA, S., MEDINA, J.C. (Ed.). **A soja no Brasil**. Campinas: ITAL, 1981. p.701-710.

RAIJ, B. van. **Fertilidade do solo e adubação**. Piracicaba: Ceres/POTAFOS, 1991. 343p.

RAIJ, B. van; QUAGGIO, J.A. **Métodos de análise de solo para fins de fertilidade**. Campinas: Instituto Agrônômico, 1983. 31p. (Boletim Técnico, 81).

RAIJ, B. van.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A.; FURLANI, A.M.C. (Ed.). **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. 1997. 285p. (Boletim Técnico, 100).

RIOS, G.P.; SANTOS, H.L. Adubação nitrogenada na soja (*Glycine max*) em solos sob vegetação de cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.8, n.6, p.63-67, 1973.

RIOS, G.P.; SANTOS, H.L. Adubação nitrogenada em soja em solos de cerrado. In: REGO, G.M.; RIBEIRO, Z.M.A.; PINTO, A.A.; KUNIHARA, M.L. **Soja: resumos informativos**. Brasília. EMBRAPA/CNPSo, 1978. p.216.

SÁ, J.C.M. **Manejo da fertilidade do solo no plantio direto**. Castro: Fundação ABC, 1993. 96p.

SÁ, J.C.M. **Manejo de nitrogênio na cultura do milho no sistema plantio direto**. Passo Fundo: Aldeia Norte Editora, 1996. 24p.

SÁ, J.C.M. Plantio direto: transformações e benefícios ao agroecossistema. In: Curso sobre manejo do solo no sistema plantio direto. **Anais...** Castro: Fundação ABC, 1995. p02.

SÁ, M.E.; LAZARINI, E. Relação entre valores de condutividade elétrica e níveis de emergência em sementes de genótipos de soja. **Informativo ABRATES**, Brasília, v.5, n.2, 1995. p.143.

S A S. Institute Inc. **S A S Procedures guide**. Version 8 (TSMO). S A S Institute Inc. CARY, N.C.; 27513, USA, 1999.

SCHMITT, M.A.; LAMB, J.A.; RANDALL, G.W.; ORF, J.H.; REHM, G.W. In-season fertilizer nitrogen applications for soybean in Minnesota. **Agronomy Journal**, v.93, 2001. p.983-988.

SEDBERRY-JUNIOR, J.E., DHARMADUTRA, T.S., BRUPBACHER, R.H., PHILIPS, S.A. MARSHALL, J.G., SLOANE, L.W., MELVILLE, D.R., RABB, J.L. **Molybdenium investigation with soybeans in Louisiana**. (Louisiana.): Louisiana State University, 1973. 39p. (Bulletin, 670).

SFREDO, G.J.; BORKERT, C.M.; CASTRO, C. **Estudo de micronutrientes na cultura da soja em um latossolo roxo eutrófico argiloso em Londrina, PR.** Londrina: EMBRAPA-CNPSO, n.16, p.1-7, 1994. (Pesquisa em Andamento)

SFREDO, G.J. et al. Molibdênio e cobalto na cultura da soja. Londrina: EMBRAPA-CNPSO, 1997. 18p. (Circular Técnica, 16)

SILVA, M.T.R.; MORAES, R.M.; TEIXEIRA, J.P.F.; MASCARENHAS, H.A.A. Variação de componentes químicos durante o desenvolvimento de grãos de soja cv. Santa Rosa. **Bragantia**, Campinas, n.40, p.11-19, 1981.

SILVA, R.H. et al. Doses e épocas de aplicação do nitrogênio na produção e qualidade de sementes de aveia-preta. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.23, n.2, p.51-55, 2001.

SILVEIRA, P.M.; SILVA, O.F.; STONE, L.F.; SILVA, J.G. Efeitos do preparo do solo, plantio direto e de rotações de cultura sobre o rendimento e a economicidade do feijoeiro irrigado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.36, n.2, p.257-263, 2001.

SPEHAR, C.R.; LANDERS, J.N. Características, limitações e futuro do plantio direto nos cerrados. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DO SISTEMA PLANTIO DIRETO, 2, 1997, Passo Fundo. **Anais...** Passo Fundo: EMBRAPA-CNPT, 1997. p.127-131.

TANAKA, R.; MASCARENHAS, H.A.A.; BORKERT, C.M. Nutrição mineral da soja. In: ARANTES, N.E.; SOUZA, P.I.M. **Cultura da soja nos cerrados**. Piracicaba: PATAFOS, 1993, 535p.

TANAKA, R.T.; MASCARENHAS, H.A.A.; REGITANO-D'ARCE, M.A.B.; GALLO, P.B. Concentração e produtividade de óleo e proteína de soja em função da adubação potássica e da calagem. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.30, n.4, p.463-469, 1995.

TOLEDO, F.R.; MARCOS-FILHO, J. **Manual das sementes: tecnologia e produção**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1997. 224p.



TOURINO, M.C.C.; REZENDE, P.M.; SALVADOR, N. Espaçamento, densidade e uniformidade de semeadura na produtividade e características agrônômicas da soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.37, n.8, p.1071-1077, 2002.

TRIBONI, H. **Avaliação bromatológica e características de processamento de grãos de linhagens de soja obtidas por cruzamentos intervarietais na região de Jaboticabal - SP.** Jaboticabal: FCAV/UNESP, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias. Universidade Estadual Paulista, 1987, 51p (Trabalho de Graduação).

UNGER, P.W.; McCALLA, T.M. Conservation tillage systems. **Advances in Agronomy**, v.33, 1980.

URCHEI, M.A.; RODRIGUES, J.A.; STONE, L.F. Análise de crescimento de dois cultivares de feijoeiro sob irrigação, em plantio direto e preparo convencional. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.35, n.3, p.497-506, 2000.

VARGAS, M.A.T.; PERES, J.R.R.; SUHET, A.R. Fixação de nitrogênio atmosférico pela soja em solos de cerrado. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.8, n.94, p.20-23, 1982.

VASCONCELOS, I.; PAIVA, J.B.; FONTANA, J.N.E. Efeito da interação rizóbio-adubação nitrogenada em soja (*Glycine max* (L) Merrill). **Ciência Agronômica Fortaleza**, v.4, p.99-104, 1974.

VIEIRA, C.R.; CABRAL, L.C.; PAULA, A.C.O. Composição centesimal e conteúdo de aminoácidos, ácidos graxos e minerais de seis cultivares de soja destinadas à alimentação humana. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.34, n.7, p.1265-1276, 1999.

VOSS, M.; SIDIRAS, N. Nodulação da soja em plantio direto em comparação com plantio convencional. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.20, n.7, p.775-782, 1985.

YAMADA, T. Falta muita palha no plantio direto. **Informações Agronômicas**, POTAFOS n.102, 2003, 5p.



YAZDI-SAMADI, B.; RINNE, R.W.; SEIF, R.D. Componentes of developing soybeans seeds: oil, protein, sugars, organic acids and aminoacids. **Agronomy Journal**, Madison, v.69, p.481-486, 1977.

WAGNER, G.H. **Nitrogen fertilization of soybeans**. Mo. Agr. Exp. Sta. Res. Bull, 1962. 797p.

WEBER, C.R. Nodulation and non-nodulation soybeans isolines. I. Agronomic and chemical attributes. **Agronomy Journal**, v.58, p.43-46, 1966a.

WEBER, C.R. Nodulating and non-nodulating isolines. II. Response to applied nitrogen and modified soil conditions. **Agronomy Journal**, v.58, p.46-48, 1966b.

WETZEL, M.M.V.S. Fungos de armazenamento. In: SOAVE, J.; WETZEL, M.M.V.S. (Eds.). **Patologia de Sementes**. Campinas: Fundação Cargill, 1987. p.260-275.





UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

Câmpus de Ilha Solteira

Programa de Pós-graduação em Agronomia

Av. Brasil, 56 Centro

15385-000 Ilha Solteira - SP

www.feis.unesp.br

