



RAFAELA APARECIDA DE CARVALHO

**ENXOFRE, MAGNÉSIO E BORO SOBRE A PRODUÇÃO,
QUALIDADE E TEOR DE LIGNINA DE SEMENTES DE SOJA**

**LAVRAS-MG
2019**

RAFAELA APARECIDA DE CARVALHO

**ENXOFRE, MAGNÉSIO E BORO SOBRE A PRODUÇÃO, QUALIDADE E TEOR
DE LIGNINA DE SEMENTES DE SOJA**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia/Fitotecnia, área de concentração em Produção Vegetal, para a obtenção do título de Mestre.

Prof. Dr. João Almir Oliveira
Orientador

Prof. Dr. Renato Mendes Guimarães
Coorientador

**LAVRAS-MG
2019**

**Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema de Geração de Ficha Catalográfica da Biblioteca
Universitária da UFLA, com dados informados pelo(a) próprio(a) autor(a).**

Carvalho, Rafaela Aparecida de.

Enxofre, magnésio e boro sobre a produção, qualidade e teor de lignina de sementes de soja / Rafaela Aparecida de Carvalho. - 2019.

73 p. : il.

Orientador(a): João Almir Oliveira.

Coorientador(a): Renato Mendes Guimarães.

Dissertação (mestrado acadêmico) - Universidade Federal de Lavras, 2019.

Bibliografia.

1. Nutrição mineral. 2. Qualidade de sementes. 3. Lignina. I. Oliveira, João Almir. II. Guimarães, Renato Mendes. III. Título.

RAFAELA APARECIDA DE CARVALHO

**ENXOFRE, MAGNÉSIO E BORO SOBRE A PRODUÇÃO, QUALIDADE E TEOR
DE LIGNINA DE SEMENTES DE SOJA**

**SULFUR, MAGNESIUM AND BORO ON THE PRODUCTION, QUALITY AND
LIGNIN CONTENT OF SOYBEAN SEED**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia/Fitotecnia, área de concentração em Produção Vegetal, para a obtenção do título de Mestre.

APROVADA em 30 de abril de 2019.

Dr. Everson Reis Carvalho

UFLA

Dra. Patrícia de Oliveira Alvim Veiga

IFSULDEMINAS

Prof. Dr. João Almir Oliveira
Orientador

Prof. Dr. Renato Mendes Guimarães
Coorientador

**LAVRAS-MG
2019**

*A Deus e à Nossa Senhora Aparecida,
Por estar sempre presente iluminando e abençoando
meus passos, meus caminhos, minha vida.
E por possibilitar a conquista deste título.*

*Ofereço
Aos meus pais Vicente e Fátima e à minha irmã Larissa
por todo o amor e carinho.
A todos os meus familiares e amigos.
Dedico*

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus e à Nossa Senhora Aparecida, pela vida, saúde, por iluminar meus caminhos e por me permitirem mais essa conquista.

Aos meus amados pais, Vicente e Fátima, por estarem sempre ao meu lado, pelo exemplo de luta e confiança, pelo incentivo e apoio em todos os momentos e por me ensinarem a nunca desistir dos meus objetivos. E, principalmente, pela enorme ajuda durante a execução do meu experimento. À minha irmã Larissa, por todo o amor, carinho, apoio, paciência, companheirismo, e por estar sempre ao meu lado em qualquer situação. Obrigada por toda a ajuda na parte do experimento em campo.

À minha bisa Bina (*in memoriam*), que lá do céu está muito feliz pelas minhas conquistas. Ao meu avô Heitor (*in memoriam*) e à minha amada Vó Lita (*in memoriam*), que sempre estiveram tão presentes na minha vida e hoje moram junto a Deus, lá do céu estão muito orgulhosos de mim.

Aos meus amados avós Evaristo e Lázara, por todo o amor, carinho e orações. Aos meus padrinhos Ivan e Sirlene, por me acolherem em seu lar. Aos meus afilhados Willian e Otávio, por serem tão especiais em minha vida

A todos os meus familiares, padrinhos, tios, primos e cunhado, obrigada por tudo.

À Universidade Federal de Lavras (UFLA) e ao Departamento de Agricultura, por todas as oportunidades, ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia/Fitotecnia, em especial ao Setor de Sementes, que me abraçou durante toda a minha trajetória, me proporcionando crescimento pessoal e profissional.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão da bolsa de estudos.

Ao meu querido orientador, Dr. João Almir Oliveira, por ter me acolhido desde o início da minha vida acadêmica, pelos conhecimentos transmitidos, incentivo, dedicação e amizade. Obrigada pelos valiosos ensinamentos que contribuíram para a minha formação.

Aos professores do Setor de Sementes (DAG), Dra. Édila Vilela de Resende Von Pinho, Dra. Maria Laene Moreira de Carvalho, Dra. Heloísa Oliveira dos Santos, Dr. Renato Mendes Guimarães, e aos pesquisadores Dra. Sttela Dellyzete Veiga Franco da Rosa e Dr. Antônio Rodrigues Vieira (*in memoriam*) pela imensa ajuda, atenção, disponibilidade, conhecimentos repassados e amizade.

Aos demais professores do Programa de Pós-Graduação em Agronomia/Fitotecnia, pelos ensinamentos transmitidos.

À banca examinadora, Dr. Everson Reis Carvalho e Dra. Patrícia de Oliveira Alvim Veiga, por terem aceitado o meu convite.

Ao NESem, por todos os conhecimentos adquiridos, incentivos e amizade.

À Secretária da Pós-graduação, Marli, e aos funcionários do Setor de Sementes, Jack, Geraldo, Vivi e Íris, pela disponibilidade e atenção durante a realização do trabalho.

À Jack e à Helô, pela imensa ajuda na análise de teor de lignina. Ao Diego, por toda a ajuda durante as análises enzimáticas. Ao Senhor Itamar, pela ajuda nas horas vagas e por todos os momentos de descontração durante a debulha. Ao Setor de Patologia de Sementes, em especial à Ângela e à Iara, por todo o auxílio. À Empresa Compass Minerals, pela concessão dos produtos para o experimento em campo e pelas análises realizadas. Ao Dr. Robson Mauri, pela disponibilidade e amizade.

A ‘Turma do João’ Levi, André, Débora, Giovana, Lara, Gleice, Venicius, Matheus, Lucas, Pedro, Thiago, Zério, Amanda, Juliana, Nasma, Hellismar, Didila, Thaisinha, Maria, Yacut e Vitor, pela imensa ajuda na condução do experimento e pelos momentos de alegria.

Ao Setor de Sementes, em especial àqueles que estiveram dispostos a me ajudar, Júlia, Laura, Monique, Tobias, Ricardo, Giovani, Gabriel, Sérgio, Klinger, Rodrigo, Silvana, Dani, Thaísa, Thiago, Ana Flávia, Maiza, Inara, Letícia, Denilson, Ana Maria e Vander.

Ao Hellismar e à Lucinda, por sempre estar dispostos a me ajudar, agradeço pela amizade, parceria, e por todos os momentos.

À Dani, Levi e Matheus, agradeço por todas as vezes que eu tive que ir no campo e vocês estavam sempre disponíveis para ir comigo, serei eternamente grata.

À turma da Pós-Graduação, em especial, à Fitotecnia 2017/1, Thaísa, Thiago, Priscila, Dani, Inara e demais, pelos momentos de alegria, estudos, amizade e companheirismo.

Aos meus amigos de graduação por serem tão especiais em minha vida, Dani, Maiara, Inara, Flavinha, Rafaela, Reberth, Victor, Everton, Rodolfo e Vinicinho, que me acompanham em todos os momentos, obrigada por tudo durante todos esses anos.

A todos os meus amigos, pela amizade, confiança e torcida.

Enfim, a todos que fizeram parte da minha trajetória e que de alguma forma contribuíram para a realização de mais uma etapa em minha vida.

Sinceros agradecimentos, pois vocês fazem parte da minha história.

O presente trabalho foi realizado com o apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

MUITO OBRIGADA!

RESUMO

A nutrição mineral apresenta grande importância no aumento da produtividade, e também influencia na melhoria da qualidade de sementes. Sendo assim, objetivou-se neste trabalho avaliar o efeito da nutrição mineral no plantio e no tratamento de sementes, sobre a produção, teor de lignina e qualidade fisiológica de sementes de soja. Para a instalação do experimento em campo e casa de vegetação, as sementes foram tratadas, ou não, com o fertilizante mineral misto Up Seeds (cobalto 6 g L⁻¹, molibdênio 120,6 g L⁻¹ e níquel 12 g L⁻¹) recomendado na dose de 150 ml ha⁻¹ e todas foram tratadas com Standak Top (2 ml kg⁻¹), inoculadas com *Bradyrhizobium*, utilizando-se inoculante líquido Masterflix. Os tratamentos utilizados para a adubação via solo foram controle, enxofre (Sulfurgran 78 kg ha⁻¹), enxofre e boro (Sulfurgran B Max 98 kg ha⁻¹) e enxofre, boro e magnésio (Sulfurmag 100 kg ha⁻¹; Sulfurgran B Max 51 kg ha⁻¹; Produbor 9,8 kg ha⁻¹). Na casa de vegetação, a adubação foi realizada utilizando-se a metade da adubação do campo, para evitar fitotoxidez nas plantas nos vasos. A adubação foi realizada manualmente e, em seguida, foi feita a semeadura. As avaliações realizadas no campo foram características agronômicas, produtividade, classificação por peneiras, diagnose foliar e teor de clorofila. As análises laboratoriais realizadas foram germinação, envelhecimento acelerado, índice de velocidade de emergência, emergência, condutividade elétrica, massa de mil sementes, massa do tegumento, lignina, tetrazólio, sanidade, composição química e análise enzimática (esterase e isocitrato liase). Na casa de vegetação no estágio R2 (florescimento pleno) foram avaliadas massa da parte aérea, número de nódulos e massa dos nódulos. A adubação no plantio com os elementos enxofre, boro e magnésio, e o tratamento das sementes com molibdênio, cobalto e níquel, não influenciam nas características agronômicas e na produtividade da cultura da soja. A qualidade fisiológica não é influenciada pelos nutrientes aplicados no plantio e via tratamento de sementes de soja. Estes produtos também não influenciam no teor de lignina no tegumento das sementes de soja. A adubação no plantio com os elementos enxofre, boro e magnésio, e o tratamento das sementes com molibdênio, cobalto e níquel, reduz a incidência dos fungos *Cladosporium sp* e *Cercospora Kikuchii*. O tratamento de sementes com molibdênio, cobalto e níquel, e a adubação no plantio com os nutrientes enxofre, boro e magnésio, não interferem na nodulação das raízes de plantas de soja.

Palavras-chave: *Glycine max.* Nutrição mineral. Fertilizantes. Macronutrientes. Micronutrientes. Qualidade de sementes. Lignina.

ABSTRACT

Mineral nutrition has great importance in increasing productivity, and also influences the quality of seeds. Therefore, the aim of this work was to evaluate the effect of mineral nutrition on planting and seed treatment, on the production, lignin content and physiological quality of soybean seeds. For the installation of the field experiment and greenhouse, the seeds were treated with the mixed mineral fertilizer Up Seeds (cobalt 6 g L⁻¹, molybdenum 120.6 g L⁻¹ and nickel 12 g L⁻¹) recommended in dose of 150 ml ha⁻¹ and all of them were treated with Standak Top (2 ml kg⁻¹), inoculated with Bradyrhizobium, using Masterflix liquid inoculant. The treatments used for soil fertilization were control, sulfur (Sulfururg 78 kg ha⁻¹), sulfur and boron (Sulfururg B Max 98 kg ha⁻¹) and sulfur, boron and magnesium (Sulfurmag 100 kg ha⁻¹; Max 51 kg ha⁻¹; Produbor 9.8 kg ha⁻¹). In the greenhouse the fertilization was using half of the dose of the field fertilization, to avoid phytotoxicity in the plants in the vases. Fertilization was done manually and then sowed. The evaluations carried out in the field were agronomic characteristics, productivity, classification by sieves, leaf diagnosis and chlorophyll content. The laboratory tests were germination, accelerated aging, emergency speed index, emergency, electrical conductivity, mass of one thousand seeds, tegument mass, lignin, tetrazolium, sanity, chemical composition and enzymatic analysis (esterase and isocitrate lyase). After in the greenhouse in stage R2 (full bloom), aerial part mass, number of nodules and mass of nodules were evaluated. Fertilization at planting with sulfur, boron and magnesium elements and treatment of the seeds with molybdenum, cobalt and nickel does not influence the agronomic characteristics and yield of the soybean. The physiological quality is not influenced by the nutrients applied in the planting and via the treatment of soybean seeds. These products also do not influence the lignin content in the integument of soybean seeds. Fertilization at the planting with sulfur, boron and magnesium elements and treatment of seeds with molybdenum, cobalt and nickel reduces the incidence of fungi *Cladosporium* sp and *Cercospora Kikuchii*. The treatment of seeds with molybdenum, cobalt and nickel and the fertilization in the planting with the nutrients sulfur, boron and magnesium do not interfere in the nodulation of the roots of soybean plants.

Keywords: Glycine max. Mineral nutrition. Fertilizers. Macronutrients. Micronutrients. Seed quality. Lignin.

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1 - Dados Climatológicos fornecido pelo INMET *($T_{\text{máx}}$) Temperatura máxima; ($T_{\text{méd}}$) Temperatura média; (T_{min}) Temperatura mínima; (Prec) Precipitação; (S) Semeadura; (V6) Aplicação foliar do Tõnus (C1) Colheita cultivar TMG 7062 IPRO (C2) Colheita cultivar MONSOY 6410 IPRO.....28
- Figura 2 - Padrões enzimáticos de sementes de soja das cultivares MONSOY 6410 IPRO e TMG 7062 IPRO, sob a influência dos produtos utilizados no plantio, revelados para a enzima isocitrato liase.....50
- Figura 3 - Padrões enzimáticos de sementes de soja das cultivares MONSOY 6410 IPRO e TMG 7062 IPRO, sob a influência dos produtos utilizados no plantio, revelados para a enzima esterase51

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 -	Resultados das Análises químicas e físicas das amostras de solo coletadas (0-20 cm e 20-40 cm) na Fazenda Múquem da Universidade Federal de Lavras em Lavras MG.....	25
Tabela 2 -	Recomendação dos fertilizantes em kg ha ⁻¹	26
Tabela 3 -	Resultados relacionados a fertilidade do solo utilizado nos vasos do plantio em casa de vegetação, no Departamento de Agricultura - UFLA.....	34
Tabela 4 -	Percentagem de retenção de sementes de soja na peneira 5,5 mm na cultivar TMG 7062 IPRO, sob a influência do manejo nutricional utilizados no plantio.....	39
Tabela 5 -	Teor de Clorofila nas plantas de soja da Cultivar TMG 7062 IPRO oriundas de sementes que foram produzidas utilizando diferentes manejo nutricionais no plantio.....	39
Tabela 6 -	Composição Química do nutriente molibdênio em sementes de soja da cultivar MONSOY 6410 IPRO, sob a influência do tratamento de sementes.....	41
Tabela 7 -	Composição química dos nutrientes molibdênio e enxofre em sementes de soja da cultivar MONSOY 6410 IPRO, sob a influência de diferentes manejo nutricional via solo	42
Tabela 8 -	Composição química do teor de óleo e molibdênio em sementes de soja da cultivar TMG 7062 IPRO, sob a influência de diferentes manejo nutricionais via solo..	42
Tabela 9 -	Composição química dos nutrientes molibdênio em sementes de soja da cultivar TMG 7062 IPRO, sob a influência do tratamento de sementes.	43
Tabela 10 -	Resultados médios de germinação (%) após o teste de envelhecimento acelerado nas sementes da cultivar TMG 7062 IPRO, sob a influência de diferentes manejos nutricionais via solo utilizados no plantio.....	44
Tabela 11-	Resultados médios de Condutividade Elétrica ($\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}\cdot\text{g}^{-1}$) em sementes de soja da cultivar MONSOY 6410 IPRO, sob a influência de diferentes manejos nutricionais via solo utilizados no plantio.....	45
Tabela 12 -	Incidência (%) de Cercospora Kikuchii em sementes da Cultivar MONSOY 6410 IPRO, sob a influência de diferentes manejos nutricionais utilizados no plantio.	46
Tabela 13 -	Incidência (%) de Cladosporium em sementes de soja da cultivar TMG 702 IPRO, sob a influência de diferentes produtos utilizados no plantio.	47

Tabela 14 - Massa seca em gramas da parte aérea de plantas de soja da cultivar MONSOY 6410 IPRO, sob a influência de diferentes produtos utilizados no plantio.	48
Tabela 15 - Número do Nódulos em raízes de plantas de soja da cultivar TMG 7062 IPRO, sob a influência do tratamento de sementes com os micronutrientes.	49

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	13
2	REFERENCIAL TEÓRICO	14
2.1	A cultura da soja.....	14
2.2	Qualidade de sementes.....	15
2.3	Nutrição mineral.....	17
2.4	Teor de lignina no tegumento.....	22
3	MATERIAL E MÉTODOS.....	24
3.1	Aspectos gerais.....	24
3.2	Ensaio 1: experimento em campo	24
3.3	Avaliações.....	28
3.4	Ensaio 2: experimento em casa de vegetação.....	33
3.5	Avaliações.....	35
3.6	Delineamento experimental e análises estatísticas	36
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	37
4.1	Características agronômicas	37
4.2	Análises laboratoriais.....	40
4.3	Casa de vegetação	48
4.4	Análises enzimáticas.....	49
5	CONCLUSÃO	52
	REFERÊNCIAS	53
	ANEXOS	66

1 INTRODUÇÃO

A soja *Glycine max* (L.) Merrill é considerada uma das principais leguminosas e se destaca no Agronegócio brasileiro por ser uma das mais produzidas no país. Com avanços em tecnologias, melhoramento genético, nutrição mineral e qualidade de sementes, tem a capacidade de aumentar a produção sem a necessidade de aumentar a área plantada.

Com o incremento em inovações na produção agrícola, a utilização de sementes de alta qualidade, é fator essencial, que é caracterizada pelo somatório dos atributos físicos, genéticos, fisiológicos e sanitários. Estes atributos podem ser afetados tanto na fase de campo pelos principais fatores: material genético, teor de lignina, nutrição mineral das plantas produtoras de sementes, bem como na fase de pós-colheita (DODE et al., 2013).

Dentre os inúmeros fatores que influenciam diretamente na produtividade e na qualidade de sementes, destacam-se os nutrientes minerais e teor de lignina. Várias pesquisas têm relacionado a qualidade fisiológica de sementes com o teor de lignina nas mesmas (PANOBIANCO et al., 1999). Os nutrientes minerais podem interferir em uma melhor qualidade de sementes e no teor de lignina.

Apesar da importância da nutrição mineral no rendimento da cultura da soja, ainda existem poucas pesquisas relacionadas com a nutrição e qualidade das sementes, de modo que a recomendação de fertilizantes para a produção de sementes normalmente é idêntica para produção de grãos. No entanto, essa realidade vem mudando com o avanço da pesquisa, e resultados promissores na relação da nutrição mineral focada na qualidade de sementes, e não somente na produtividade.

Tem-se conhecimento que alguns elementos minerais são importantes para aumento da qualidade e também podem aumentar o teor de lignina nas sementes, promovendo uma provável proteção das mesmas. Dentre os nutrientes destacam-se o cobalto, molibdênio e níquel no tratamento de sementes e enxofre, boro e magnésio na adubação via solo para verificar a influência desses nutrientes na qualidade e teor de lignina das sementes.

Diante do exposto, o objetivo nesta pesquisa foi avaliar o efeito dos nutrientes enxofre, boro, magnésio na adubação via solo, cobalto, molibdênio e níquel, no tratamento de sementes sobre a produção, teor de lignina e qualidade fisiológica de sementes de soja.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 A cultura da soja

A soja é umas das culturas mais produzidas no país, sendo pertencente à família Fabaceae (Leguminosae), a principal espécie cultivada é a *Glycine max* (L.) Merrill, é uma planta herbácea da classe Magnoliopsida (Dicotiledônea), autógama, anual e ereta. Considerada uma das mais importantes oleaginosas do mundo, o Brasil é um dos maiores produtores, ocupando uma posição de destaque no cenário agrícola. Devido a essas condições, os produtores estão em busca de sementes de alta qualidade e vigorosas, garantindo sucesso no estabelecimento das plantas no campo (ZUFFO et al., 2017).

Com o aumento de tecnologia, melhoramento genético, fertilidade, nutrição mineral e qualidade de sementes, cada vez mais o Brasil tem capacidade de aumentar a produção sem a necessidade de aumentar área. A soja se destaca como umas das principais culturas produzidas no país.

Para alcançar altos níveis de produtividade tem-se utilizado sementes de alta qualidade com elevado potencial produtivo e resistente a doenças e insetos praga, esse avanço está relacionado com o melhoramento genético na produção e nas características de interesse agrônômico (KRZYZANOWSKI et al., 2008). A disponibilidade de nutrientes e os fatores climáticos são considerados fatores essenciais para o rendimento de qualquer cultura, sendo que a soja possui grande capacidade genética de ter altas produtividades (DOURADO NETO et al., 2012).

Segundo a Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB), na safra 2017/2018 o Brasil alcançou a produção de 119,3 milhões de toneladas. A exportação brasileira de soja em grãos durante todo o ano foi de 83,86 milhões de toneladas (CONAB, 2019) sendo considerado um dos maiores exportadores de soja do mundo.

Na safra 2018/2019, a área de plantio da soja teve um crescimento de 1,9% em relação à safra anterior, correspondendo ao plantio de 35.818,8 milhões de hectares, podendo atingir 113,5 milhões de toneladas (CONAB, 2019).

O complexo soja (grão, farelo e óleo) tem negociações anuais que ultrapassam US\$ 20 bilhões. A expectativa é que em 2019 a produção nacional deva representar 40% do comércio mundial de grão e 73% de óleo de soja. A taxa de crescimento anual na produção de soja é de

2,43% até 2019, já a taxa de crescimento mundial está estimada para 2,56% para os próximos anos (IBGE 2007 citado por PANSERA et al., 2017).

A soja é considerada umas das mais importantes culturas agrícolas produzidas no Brasil e no mundo, apresenta um elevado valor nutritivo e grande potencial produtivo, sendo utilizada na alimentação humana e, principalmente, animal, e também apresenta destaque no papel socioeconômico (OLIVEIRA et al., 2018). O valor nutricional é devido à proteína, óleo, açúcares e minerais que estão presentes nas sementes de soja (BELLALLOUI, 2013). Além de ser considerada fonte de alimento, tem sido utilizada na indústria química, farmacêutica, agroindústria e na produção de óleo e farelo (FREITAS, 2011). O potencial produtivo está relacionado com a utilização de sementes de alta qualidade, livres de patógenos e com o desenvolvimento de plântulas de alto vigor (PELÚZIO et al., 2008).

Segundo Carvalho et al. (2012) o aumento do consumo de soja está relacionado ao aumento da população, do poder aquisitivo, da produção de carnes e biocombustíveis. Com o crescente aumento na produção, cada vez mais aumenta o investimento em tecnologias para aumentar a produção nas áreas agrícolas exploradas. Com isso, o Brasil, para aumentar sua produtividade, é de grande importância o avanço científico relacionado às exigências nutricionais da cultura (GONÇALVES JÚNIOR et al., 2010).

2.2 Qualidade de sementes

A qualidade de sementes é de extrema importância na produção para obter estandes uniformes e garantir sucesso no empreendimento. Durante todo o processo de produção, todas as etapas são importantes para obter uma semente de alta qualidade, podendo ser definida pelo somatório dos atributos físicos, fisiológicos, genéticos e sanitários, sendo que as interações desses atributos promovem um bom desempenho no campo, estande ideal e alta produtividade (MARCOS FILHO, 2005; FRANÇA NETO et al., 2010).

Durante o processo produtivo, o conhecimento dos fatores que afetam a produção e qualidade das sementes é de grande relevância (FESSEL et al., 2010; MARCOS FILHO, 2013). Com isso, a utilização de métodos eficazes para a produção, comercialização e utilização de sementes de lotes de qualidade, vem se destacando no âmbito da tecnologia de sementes (SANCHES, 2015).

Em relação ao sistema de produção, desenvolvimento de novas cultivares, e pesquisa, a indústria sementeira brasileira se destaca como uma das mais modernas do mundo (RODRIGUES, 2015).

Vários fatores podem influenciar na qualidade de sementes, desde a fecundação até o momento da sementeira, através do genótipo, condições ambientais durante o desenvolvimento das sementes, fertilidade e nutrição mineral, posição em que a semente está inserida na planta, época de colheita, armazenamento e tratamento pré-semeadura (BASRA, 1995). Todos esses fatores são essenciais para a obtenção de alta qualidade, pois campos cultivados com sementes de alto vigor apresentam melhores índices de produtividades (KOLCHINSKI et al., 2005). Também Silva, Lazarini e Sá (2010) relatam que o desenvolvimento da cultura está diretamente relacionado com a qualidade de sementes, garantindo plantas de elevado vigor, uniformidade de população, ausência de doenças transmitidas via sementes e maior capacidade competitiva.

De acordo com Marcos Filho (2015) existem vários fatores que afetam a qualidade fisiológica, dentre eles, a assimilação da quantidade de nutrientes. Esses nutrientes estão envolvidos no processo celular (ZAMBIAZZI et al., 2014) e também com a quantidade de teor de reservas nas sementes (HENNING et al., 2010).

A qualidade fisiológica pode ser influenciada pela constituição genética, com isso, deve-se ter cuidados com características relacionadas ao tegumento, teor de lignina, teor de óleo e proteínas, pragas e doenças (COSTA et al., 2001).

Cada vez mais, tem se utilizado sementes de alta qualidade fisiológica, garantindo a emergência de plântulas e a população inicial no campo (LOPES; ALEXANDRE, 2010). Porém, pode ocorrer redução na qualidade fisiológica das sementes quando os atributos sanitários não forem atendidos, ocasionando perdas significativas e redução na qualidade (DANIELLI et al., 2011).

De acordo com Zuffo et al. (2018), no momento da colheita, as condições climáticas podem afetar a qualidade sanitária e fisiológica de sementes de soja. O aumento da deterioração ocasionado pelos patógenos nas sementes reduz a germinação e vigor das sementes (BINOTTI et al., 2008).

Vários estudos relacionados com a aplicação de nutrientes via tratamento de sementes e foliar já foram realizados, porém, ainda existem conflitos em relação à qualidade fisiológica, componentes de rendimento e produtividade, em diferentes culturas e condições nutricionais (DEUNER et al., 2015). Sendo assim, são necessárias mais pesquisas sobre a relação dos nutrientes na qualidade fisiológica de sementes e produtividade (GOLO et al., 2009).

O equilíbrio nutricional é um dos fatores para obtenção de sementes de melhor qualidade e também no aumento da produtividade da cultura da soja (SUZANA et al., 2012). Segundo Nakão (2014) no processo de formação das sementes a aplicação foliar com molibdênio podem interferir na qualidade fisiológica e produtividade de sementes de soja até uma dose crescente de 800 g ha⁻¹.

Brunes et al. (2016) verificaram que a toxicidade ou deficiência dos nutrientes podem causar prejuízos na produção e qualidade das sementes e podem ser avaliadas através da avaliação de alterações que podem ocorrer em sistemas enzimáticos. Para Muniz et al. (2007) para o acompanhamento da qualidade de sementes tem sido por meio da técnica de eletroforese, para a avaliação de alterações em enzimas específicas.

2.3 Nutrição mineral

A nutrição mineral adequada apresenta grande relevância no aumento da produtividade, influenciando na qualidade de sementes. Portanto, no campo de produção de sementes a recomendação de fertilizantes é realizada com base nos resultados para a produção de grãos. Existem poucos estudos relacionados à fertilidade e nutrição de plantas para campos de produção de sementes, por isso, as recomendações de adubações estão relacionadas com a produtividade, sem correlação com a qualidade das sementes (CARVALHO; NAKAGAWA, 2000).

Na cultura da soja, as recomendações de adubação são realizadas de acordo com a fertilidade do solo, realizando a adubação de correção para solos com teores baixos, e em solos com teores médios a altos, a adubação é de manutenção ou reposição, a fim de se evitar as perdas com as exportações na colheita dos grãos (SFREDO, 2008). A adubação representa 25 a 35% do custo total de produção, com isso, deve-se realiza-la de acordo com os critérios técnicos e econômicos, utilizando-se a quantidade recomendada, evitando o desperdício ou a falta do insumo para a cultura, realizando conforme as exigências nutricionais, análise de solo, histórico da área de cultivo e rendimento nos anos anteriores (LANTMANN, 2014).

A adubação na cultura da soja pode ser influenciada pela disponibilidade dos nutrientes no solo, condições climáticas, variedades cultivadas e tratos culturais (BERGAMIN et al., 2008). Portanto, quando recebe adubação adequada, pode obter um acréscimo satisfatório na produção, sendo realizada com elementos químicos essenciais ao crescimento, desenvolvimento e produção de plantas (MALAVOLTA, 2006).

O manejo nutricional deve ser disponibilizado em quantidade suficiente e de maneira equilibrada, proporcionando níveis elevados de produção. A absorção deficiente ou excessiva pode ocasionar insuficiência ou desequilíbrio entre os nutrientes (OLIVEIRA et al., 2007).

A nutrição mineral adequada contribui para o desenvolvimento das plantas, produzindo os metabólitos necessários para o desenvolvimento de sementes e frutos. O desenvolvimento inicial das plântulas depende do acúmulo de reservas minerais das sementes (VEIGA et al., 2010).

Os nutrientes minerais, conforme as quantidades encontradas nos tecidos das plantas, são classificados em macro e micronutrientes. Os macronutrientes nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio e enxofre. Os micronutrientes são necessários em pequenas quantidades, sendo eles cloro, manganês, boro, zinco, ferro, cobre, níquel e molibdênio (MALAVOLTA, 2006; WARAICH et al., 2011). O cobalto, silício, alumínio, selênio e sódio são considerados elementos benéficos (CUACUA-TEMIZ et al., 2017).

Na nutrição de plantas, o enxofre é classificado como um macroelemento essencial secundário, sendo utilizado em quantidades adequadas para o funcionamento do metabolismo vegetal (MARSCHNER, 2012). Considerado um importante nutriente na formação e crescimento radicular, produção de gorduras e óleos e atividade enzimática (PRADO, 2008). A matéria orgânica do solo é a principal fonte de enxofre e ele é absorvido pelas plantas na forma aniônica (SO_4^{2-}) (RAIJ, 2011). Na planta, o enxofre é classificado como um nutriente imóvel (SILVA et al., 2003).

Segundo Broch et al. (2011) aplicações com fontes solúveis de enxofre têm respostas positivas na cultura da soja, porém, restringe-se em solos pobres deste nutriente. As leguminosas, por possuir um teor elevado de proteína, são mais exigentes em enxofre do que as gramíneas (ALVAREZ et al., 2007; RHEINHEIMER et al., 2005).

A deficiência nutricional do enxofre nas plantas apresenta prejuízos no metabolismo, a partir da interrupção da síntese proteica, ocasionando queda no desenvolvimento das raízes e teor de clorofila (MALAVOLTA; MORAES, 2007). Segundo Malavolta (2006) a cor verde das folhas se intensifica com doses adequadas de enxofre, devido ser um dos constituintes das tieredoxinas e ferredoxinas, essas proteínas atuam na síntese de clorofila e nos processos fotossintéticos.

A concentração de enxofre pode variar de 0,1% em solos minerais até 1% em solos orgânicos, caracterizando que a maioria do enxofre encontrado no solo está relacionada com matéria orgânica, com isso, é de grande relevância esse processo microbiológico para propiciar

a disponibilização do enxofre nas plantas, sendo que os solos brasileiros apresentam deficiência nesse nutriente (PEREIRA et al., 2016).

O boro é um nutriente que a planta necessita em pequena quantidade, a utilização de doses adequadas no solo resulta no aumento de produtividade, porém, deve ser aplicado de forma cautelosa, pois o intervalo entre toxidez e deficiência é bastante estreito (GOLDBER; SUAREZ, 2011; CIVITTARO; MACHADO, 2004; DECHEN; NACHTIGALL, 2006). Porém, a toxicidade e deficiência de boro pode afetar a permeabilidade da membrana (ALPASLAN; GUNES, 2001; CAKMAK et al., 1995). A deficiência e a toxidade podem causar prejuízos nos processos fisiológicos e metabólicos da planta (HERRERA-RODRIGUEZ et al., 2010).

Segundo Furlani et al. (2001), o boro é considerado um dos micronutrientes mais importantes na cultura da soja, porém, é comum a deficiência deste nutriente na cultura. A quantidade considerada adequada de boro é de 25 a 55 mg/kg para se obter altas produtividades (ROSOLEM, 2007).

Quando ocorre deficiência de boro perde-se a estabilidade da parede celular e a integridade da membrana, conseqüentemente, resultando em danos estruturais nos órgãos vegetativos da cultura. Essa deficiência pode ser provocada pelas condições climáticas, espécie cultivada e condições do solo (WILL, 2011).

Segundo Faquin (1994) a deficiência do boro pode ocasionar prejuízos na formação das sementes, pois ele é um nutriente importante no crescimento do tubo polínico e na germinação do grão de pólen. No entanto, o boro reduz a esterilidade masculina e o chochamento dos grãos, por isso, o boro é um nutriente que tem maior exigência na produção de sementes e grãos.

Considerado um elemento essencial ao crescimento das plantas, o boro participa de vários processos na planta como transporte de açúcares, metabolismo de carboidratos, RNA, AIA e ascorbato, estrutura da parede celular, lignificação, e também desempenha função na integridade da membrana plasmática e síntese da parede celular (CAKMAK; RÖMHELD, 1998; DUPAS, 2012). O boro também atua na diferenciação celular, crescimento do meristema, maturação, divisão celular e crescimento das plantas, auxilia na fecundação das flores e formação de grãos e também na retenção das vagens recém-formadas (PRADO, 2008). De acordo com Sheng et al. (2009) é pouco compreendido o papel do boro no metabolismo das plantas, porém, vários efeitos relacionados com o desequilíbrio do nutriente têm sido observados. Segundo Cervilla et al. (2009) a quantidade de boro em níveis tóxicos ocasiona a inibição do crescimento radicular.

De acordo com Fátima (2013) o boro tem sido objeto de estudo devido às várias funções no metabolismo vegetal, sendo um nutriente essencial para se obter rendimentos elevados e de alta qualidade nas culturas.

Na fixação biológica do nitrogênio o boro é um nutriente importante, mesmo não agindo de uma forma direta sobre a fixação biológica, pois na síntese de amido, o boro ativa a enzima fosforilase do amido, sendo o amido substância reserva das sementes, raízes, colmos e tubérculos (FAVARIN; MARINI, 2007).

Em culturas anuais têm sido encontrados resultados contraditórios à aplicação de boro, devido à grande variabilidade das condições químicas e físicas do solo e também pelas exigências nutricionais das culturas (TRAUMANTAN et al., 2014). Nas pesquisas, não tem sido encontrado resultados significativos na aplicação de boro na soja (CALONEGO et al., 2010).

Segundo Rosolem e Bícario (2007) o boro é um nutriente pouco móvel no solo e uma das formas de suprir as deficiências nutricionais deste nutriente é através da adubação, a fonte mais utilizada de boro é o ácido bórico. Porém, quando aplicada ao solo, a adubação boratada apresenta uma perda através da lixiviação.

Outro microelemento é o magnésio, o qual é absorvido na solução do solo pela forma iônica. Porém, sua absorção está associada ao equilíbrio entre cálcio e potássio na solução do solo (NOVAIS et al., 2007). Na molécula de clorofila o magnésio tem papel estrutural e ocupa a posição central da molécula (NASCIMENTO et al., 2009; TAIZ; ZEIGER, 2013). Além de ser constituinte da clorofila, o magnésio também é ativador enzimático (EPSTEIN; BLOOM, 2006).

Segundo Malavolta et al. (2002) a deficiência de magnésio prejudica a formação de sementes. A deficiência de magnésio pode estar relacionada com o desequilíbrio entre cálcio e magnésio, pois quando a relação entre cálcio e magnésio é considerada alta, conseqüentemente a planta absorve menos magnésio (FERNANDES, 2006).

O magnésio é ativador das enzimas que estão relacionadas com a síntese de ácidos nucleicos e de carboidratos; e também faz parte da molécula de clorofila (MALAVOLTA et al., 1997).

De acordo com BRAGA (2009); na cultura da soja o molibdênio e o cobalto são considerados os micronutrientes mais importantes para o desenvolvimento da cultura. Pois segundo Vidor e Peres (1988); a quantidade de molibdênio e cobalto que a planta necessita é

pequena, com isso, tem-se utilizado junto com o tratamento de sementes, sendo prático, eficiente e econômico.

Na fixação biológica do nitrogênio o molibdênio desempenha um papel importante propiciando aumento no rendimento da soja, quando aplicado adequadamente à planta (VARGAS; HUNGRIA, 1997). Quando ocorre a deficiência de molibdênio a síntese da enzima nitrogenase é reduzida, e tem-se uma diminuição da fixação biológica do nitrogênio, reduzindo a produtividade (MORAES et al., 2008).

Segundo Mengel e Kirkby (2001), quando ocorre deficiência de molibdênio, a fixação biológica pode ser afetada, pois este nutriente participa da enzima nitrogenase, responsável pela fixação.

De acordo com Oliveira (2017) o molibdênio influencia positivamente na produtividade de soja, quando utilizado pela aplicação foliar nas doses entre 25 e 50g/ha ou pelo uso de sementes enriquecidas com teor de no máximo 54,56 mg/kg.

Segundo Merchede et al. (2004) a aplicação foliar de um produto comercial contendo em sua composição (1% de Co e 10% de Mo) apresentou um incremento de 20% na produtividade em relação ao controle. A aplicação com os micronutrientes cobalto e molibdênio pode proporcionar um acréscimo na produtividade de 558 kg/ha na cultura da soja (SFREDO; OLIVEIRA, 2010).

O cobalto também pode influenciar na absorção do nitrogênio, pois ele está presente na estrutura da vitamina B12, necessária para a síntese da cobalamina, sendo que ela participa das reações metabólicas para a formação da leghemoglobina responsável pela atividade do nódulo, regulando a concentração no nódulo, e também possui grande afinidade com o oxigênio, auxiliando-o a impedir a inativação da enzima nitrogenase (CERETTA et al., 2005).

Em solos pobres em níquel, a aplicação dos micronutrientes nas sementes podem aumentar o crescimento da planta e a produtividade (KUTMAN et al., 2014). A taxa de germinação e o crescimento das plântulas é reduzido na ausência de níquel (BARCELOS, 2017).

Na cultura da soja, a aplicação de nutrientes pode ser no solo, através da aplicação foliar, tratamento de sementes e também por diferentes combinações (VITTI; TREVISAN, 2000). Para um incremento na produtividade em diversas culturas tem-se utilizado o tratamento de sementes com nutrientes (MESCHÉDE et al., 2004; PESKE et al., 2009; TUNES et al., 2012).

Segundo Tunes et al. (2012), além de fertilizantes e adubos foliares, a realização do tratamento de sementes com nutrientes pode influenciar no aumento da produtividade. O

tratamento de sementes com nutrientes representa menores custos na aplicação, e além de maior uniformidade apresenta um bom aproveitamento dos nutrientes pelas plantas, destacando-se como uma forma prática na aplicação e melhora no desempenho das mesmas (TAVARES et al., 2013).

A disponibilidade de nutrientes afeta os órgãos de reserva, tegumento, composição química e a qualidade física e fisiológica (SARMENTO; SILVA, 2010). Segundo Guimarães (1999) a composição química das sementes é determinada por fatores genéticos, podendo ser influenciada pelo ambiente e práticas culturais, porém, o fornecimento de nutrientes é o fator mais importante na composição química das sementes. De acordo com Marco Filho (2015) a composição química das sementes pode afetar o desempenho das mesmas, sendo que o conteúdo de reservas é composto por carboidratos, proteínas, lipídios e nutrientes minerais.

2.4 Teor de lignina no tegumento

O tegumento das sementes é considerado uma camada protetora, que exerce a função de evitar o contato da parte interna das sementes diretamente com o ambiente, evitando que o embrião entre em contato com microrganismos, insetos e também contra lesões mecânicas (SILVA et al., 2008). Além do eixo embrionário, o tegumento protege o tecido de reserva (CARVALHO, NAKAGAWA, 2000).

O tegumento das sementes apresenta importância na proteção contra microrganismos, no controle da absorção de água e também funciona como suporte mecânico (PESKE; PEREIRA, 1983).

Alguns autores observaram que a lignina encontrada no tegumento das sementes está relacionada à resistência das sementes aos danos mecânicos (ALVAREZ et al., 1997; DANTAS, 2012; GRIS, 2009; MENEZES et al., 2009; PANOBIANCO et al., 1999). Porém, em algumas situações relatam que a lignina em pequenas quantidades oferece pouca proteção à radícula, devido à espessura do tegumento das sementes de soja que é bastante fino (GLÓRIA; CAMELLO-GUERREIRO, 2006).

O teor de lignina presente no tegumento das sementes está relacionado à resistência ao dano mecânico, com isso, em cultivares que apresentam maior quantidade de lignina no tegumento, pode ocorrer menos problemas relacionados ao dano mecânico (ALVAREZ et al., 1997). Entretanto, pesquisas precisam ser realizadas, pois ainda se tem dúvida se existe uma correlação entre a espessura do tegumento e o teor de lignina das sementes (GRIS et al., 2010).

De acordo com pesquisas realizadas por Capeleti et al (2005), Panobianco et al (1999) e Panobianco (1997), a lignina confere resistência e impermeabilidade no tegumento de sementes de soja e também nos tecidos das plantas como caule e folhas. Também Obando-Flor et al. (2004) relataram que a lignina presente no tegumento das sementes de soja protege de ataque de microrganismos, além de maior resistência aos danos, ocorrendo menos perdas no momento da colheita, atribuindo maior qualidade às mesmas.

Quando se utiliza genótipos com mais de 5% de teor de lignina no tegumento de sementes de soja, confere-se melhor qualidade das mesmas (FRANÇA NETO et al., 2007). Moreira et al. (2012) relataram que o teor de lignina presente nas sementes permitiu uma maior porcentagem de germinação. Já Botelho (2012) verificou que as cultivares com menores teores de lignina apresentaram melhor qualidade quando comparadas com as sementes com maiores teores de lignina.

Segundo Egg Mendonça (2001) a lignina é um polímero impermeável à água, pouco elástico e resistente à pressão, e é encontrada na parede celular em maior quantidade cerca de 60 a 90%, após a celulose a lignina é considerada como o polímero vegetal mais abundante, e está localizada na testa das sementes, podendo variar conforme a influência do ambiente e da cultivar (LEWIS; YAMAMOTO, 1990).

A lignina apresenta uma estrutura química bastante complexa, porém, não é muito bem estabelecida, logo a lignina pode ser definida para designar um grupo de substâncias com unidades básicas químicas semelhantes (PANOBIANCO, 1997). Segundo Silva (1981) a lignina pode ser definida como um polímero 3-metóxi-fenil-propenol e 3-5-di-metóxi-fenilpropenol, em sequências casualizadas e proporções variadas, originando uma ampla variedade de produtos, dificultando sua exata definição.

Existem poucas pesquisas relacionadas à nutrição mineral e ao teor de lignina. Segundo Bellaloui (2012) a aplicação foliar de boro mudou os teores de lignina, fenol e isoflavonas nas sementes de soja.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Aspectos gerais

O experimento foi conduzido na Fazenda experimental da Universidade Federal de Lavras, UFLA-DAG. As análises foram realizadas no Laboratório Central de Análises de Sementes do Departamento de Agricultura, no Laboratório de Patologia de Sementes do Departamento de Fitopatologia, no Laboratório de Ciências do Solo do Departamento de Ciências dos Solos da UFLA, na Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias da Universidade Estadual Paulista localizada em Câmpus Jaboticabal/SP e no Athenas Consultoria Agrícola e Laboratório LTDA em Jaboticabal/SP. Foram realizados dois ensaios, um em campo e outro em casa de vegetação.

O município de Lavras está localizado no Sul de Minas Gerais, posicionado geograficamente nas coordenadas geográficas 21° 14' 43" S de latitude e 44°59' 59" W de longitude, e 919 metros de altitude. O clima da região de Lavras, segundo a classificação climática de Köppen, é temperado chuvoso (mesotérmico) com inverno seco e verão chuvoso, subtropical, com inverno seco. A temperatura média do mês mais quente é maior que 22 °C e dos meses mais frios de 17,1 °C nos meses de junho e julho. A precipitação anual média é de 1529,7 mm, sendo os maiores valores observados nos meses de dezembro (296 mm), janeiro (272 mm) e fevereiro (192 mm) (BRASIL, 1992; DANTAS et al., 2007).

3.2 Ensaio 1: experimento em campo

O experimento foi realizado no Centro de Desenvolvimento e Tecnológico em Agropecuária, localizado na Fazenda Múquem, da Universidade Federal de Lavras.

Antes da semeadura foi realizada a amostragem de solo em vários pontos do local utilizando-se trado calador, em seguida, as amostras simples foram homogeneizadas e retirada uma amostra composta para a realização da análise do solo, para determinação de correções e adubações. A amostra foi encaminhada para o Laboratório de Ciências do Solo da UFLA.

Na Tabela 1, encontram-se os resultados dos níveis de fertilidade do solo que foi coletado na área experimental da Fazenda Múquem, antes da instalação do experimento. O fósforo e o potássio foram utilizados em toda a área experimental de acordo com a análise do

solo. Após a abertura dos sulcos, foi aplicado manualmente o fósforo na linha de plantio e o cloreto de potássio utilizado a lanço em todas as parcelas.

Tabela 1 - Resultados das Análises químicas e físicas das amostras de solo coletadas (0-20 cm e 20-40 cm) na Fazenda Múquem da Universidade Federal de Lavras, em Lavras, MG.

Parâmetro	Unidade	Análise		Interpretação	
		0-20	20-40	0-20	20-40
PH		6,2	6	Alto	Bom
K	mg/dm ³	109,03	76,23	Bom	Bom
P	mg/dm ³	29,58	3,48	Muito Bom	Muito Baixo
Na	mg/dm ³	-	-	-	-
Ca	cmol/dm ³	2,77	2,13	Bom	Médio
Mg	cmol/dm ³	0,73	0,48	Médio	Médio
Al	cmol/dm ³	0,05	0,08	Muito Baixo	Muito Baixo
H+Al	cmol/dm ³	2,9	3,46	Médio	Médio
Soma de Bases	cmol/dm ³	3,78	2,81	Bom	Médio
CTC efetiva	cmol/dm ³	3,83	2,89	Médio	Médio
CTC potencial	cmol/dm ³	6,68	6,27	Médio	Médio
Saturação de Bases	%	56,58	44,74	Médio	Médio
Saturação Al ³⁺	%	1,31	2,77	Muito Baixo	Muito Baixo
Matéria Orgânica	dag/Kg	2,67	2,02	Bom	Médio
P-Rem	mg/L	26,49	25,3	-	-
Zn	mg/dm ³	5,4	7,38	Alto	Alto
Fe	mg/dm ³	50,68	54,43	Alto	Alto
Mn	mg/dm ³	9,64	8,16	Bom	Médio
Cu	mg/dm ³	0,56	0,82	Baixo	Médio
B	mg/dm ³	0,07	0,08	Muito Baixo	Muito Baixo
S	mg/dm ³	1,95	12,34	Muito Baixo	Bom
Argila	-	54	57	-	-
Silte	-	12	8	-	-
Areia	-	34	35	-	-

*Análises Realizadas no Laboratório de Ciências do Solo-UFLA

Fonte: Interpretações de acordo com Ribeiro, Guimarães e Alvarez (1999).

A área experimental foi constituída por 64 parcelas. Cada parcela composta por 4 linhas (2 linhas de bordadura e as 2 linhas centrais, área útil da parcela) de 5 metros de comprimento no espaçamento de 0,60 metros, com área total de 12 m² por parcela. A área total do experimento composta por 1280 m²

No campo foram utilizados quatro tipos de manejos nutricionais via solo, sendo controle; enxofre (S) (Sulfurgran 78 kg ha⁻¹); enxofre e boro (S+B) (Sulfurgran B Max 98 kg ha⁻¹) e enxofre, boro e magnésio (S+B+Mg) (Sulfurmag 100 kg ha⁻¹; Sulfurgran B Max 51 kg ha⁻¹; Produbor 9,8 kg ha⁻¹). Após a aplicação do fósforo foram aplicadas cada uma das formulações de acordo com o croqui, aleatório e casualizado. A aplicação dos fertilizantes ocorreu manualmente na linha de plantio. O cálculo da quantidade de fertilizante foi de acordo com a linha de plantio, calculado para cada 5 metros. Na Tabela 2, foi demonstrado qual a quantidade de kg/ha de cada nutriente. A aplicação de fósforo e potássio foi de acordo com a análise de solo e dos manejos nutricionais via solo: S; S+B; S+B+Mg foi calculado de acordo com a dose comercial recomendada de cada produto.

Tabela 2 - Recomendação dos fertilizantes em kg ha⁻¹

Manejo Nutricional	Produtos	Dose Kg ha	S	B	Mg
			Kg ha ⁻¹		
Controle		-			
S	Sulfurgran	78	70,2	-	-
S+B	Sulfurgran B Max	98	71,1	2	-
	Sulfurmag	100	33,5	-	25,0
S+B+Mg	Sulfurgran B Max	51	37,0	1	-
	Produbor	9,8	0,3	1	-

Fonte: Da autora (2019).

Foram utilizadas sementes das cultivares MONSOY 6410 IPRO e TMG 7062 IPRO. Antes do plantio, as sementes foram tratadas com fertilizante mineral misto Up Seeds (cobalto 6 g L⁻¹, molibdênio 120,6 g L⁻¹ e níquel 12 g L⁻¹) e Standak Top. O Standak Top é um fungicida e inseticida. A dose recomendada 150 ml há⁻¹ de Up Seeds e 2 ml kg⁻¹ de Standak Top.

Para a realização do tratamento foi utilizado saco plástico de 2 kg, inicialmente colocando-se (Up Seeds, Standak Top e água) ou (Standak Top e água) e em seguida as sementes foram agitadas até que se teve uma mistura homogênea das sementes. Após o

tratamento, as sementes ficaram em temperatura ambiente para que houvesse a secagem das sementes e, em seguida, foram inoculadas com *Bradyrhizobium*, utilizando-se o inoculante líquido Masterflix na proporção de 1.400.000 bactérias por sementes. O plantio foi realizado manualmente.

Foram utilizadas 24 sementes da cultivar MONSOY 6410 IPRO e 33 sementes da cultivar TMG 7062 IPRO por metro na linha de plantio. Após 15 DAS (dias após a semeadura) avaliou-se o número de plantas emergidas por linha para a determinação do estande inicial, com posterior desbaste, deixando 13 plantas da Cultivar Monsoy 6410 IPRO e 17 plantas da Cultivar TMG 7062 IPRO por metro na linha de plantio. A população de plantas das cultivares, respectivamente, foram de 200.000 e 280.000 plantas/ha, conforme recomendada para cada cultivar.

Os tratos culturais, aplicações de fungicidas e inseticidas foram aplicados uniformemente em todas as parcelas, de acordo com a recomendação e necessidade da cultura.

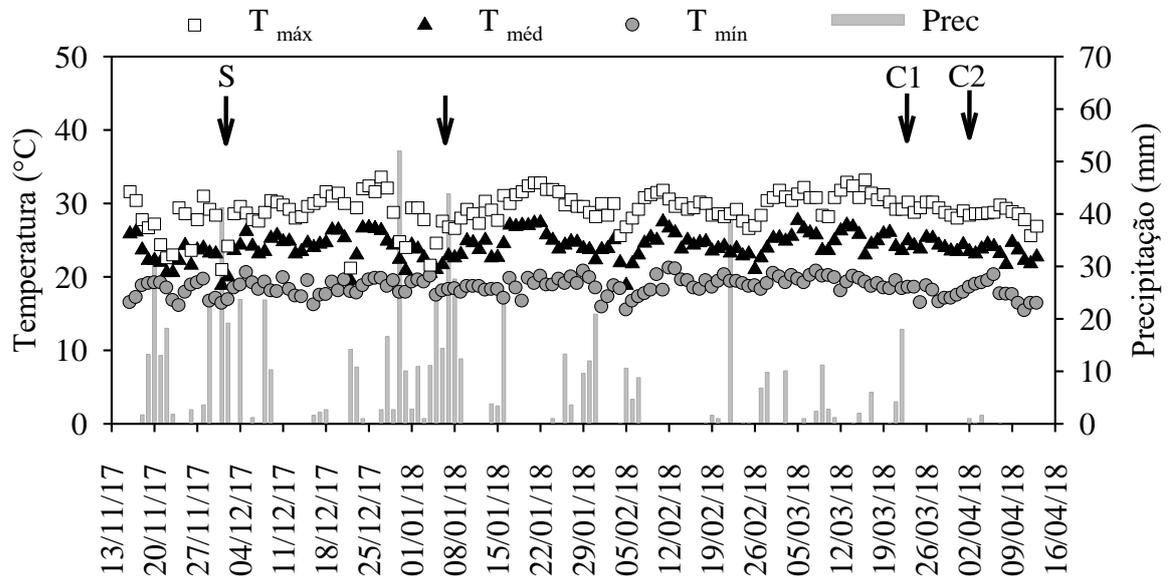
As duas cultivares são de hábito de crescimento indeterminado e o ciclo da cultura foi de 111 dias para a Cultivar Monsoy 6410 IPRO e 121 dias para a cultivar TMG 7062 IPRO.

A colheita foi realizada no estágio R8, maturação plena (FEHR et al., 1971). Foi realizada a colheita manual da área útil de cada parcela, sendo as duas linhas centrais desprezando 0,50 metros das extremidades, em um total de 4,8 m² de cada parcela. Logo após, a colheita de cada uma das parcelas foi colocada em um saco identificado e transportado para a Usina de Beneficiamento de Sementes da UFLA.

Durante 3 dias, foram levadas para o sol, para a completa secagem das sementes, em seguida, foi realizado manualmente a debulha. Após a debulha, as sementes foram identificadas e colocadas em sacos de papel. Antes de iniciar as avaliações as sementes foram beneficiadas e classificadas em peneiras, sendo que para a realização dos testes foram utilizadas para a cultivar MONSOY 6410 IPRO as sementes retidas nas peneiras de crivo circular 5,0 a 6,5 mm e para a Cultivar TMG 7062 IPRO as peneiras de crivo circular 5,5 a 7,0 mm.

Os dados de precipitação, temperatura máxima, média e mínima foram registrados durante todo o período de condução do experimento. Com base no gráfico (FIGURA 1) pode-se verificar as condições durante o período que a soja permaneceu no campo.

Figura 1 - Dados Climatológicos fornecido pelo INMET *($T_{\text{máx}}$) Temperatura máxima; ($T_{\text{méd}}$) Temperatura média; ($T_{\text{mín}}$) Temperatura mínima; (Prec) Precipitação; (S) Semeadura; (C1) Colheita cultivar TMG 7062 IPRO (C2) Colheita cultivar MONSOY 6410 IPRO.



Fonte: Da autora (2019).

3.3 Avaliações

a) Teor de Clorofila

As determinações foram realizadas no estágio de desenvolvimento R2. Em cada parcela foram avaliadas três plantas, a partir do ápice o terceiro trifólio avaliando-se a folha do terço mediano do trifólio. As análises foram conduzidas no período da manhã por meio do clorofilômetro (modelo spad)

b) Componentes químicos foliares

No estágio de desenvolvimento R2, florescimento pleno, foi realizada amostragem foliar para a determinação dos nutrientes, N, P, K, Ca, Mg, S, B, Cu, Fe, Mn e Zn, coletando-se o terceiro trifólio a partir do ápice das plantas com o pecíolo, retirando 20 trifólios de cada parcela. Em seguida, as folhas foram lavadas com água e detergente neutro e colocadas para secar em estufa de circulação forçada de ar a 65 °C até atingir massa constante. As amostras foram encaminhadas para o laboratório Athenas Consultoria Agrícola e Laboratório LTDA, em Jaboticabal/SP para a avaliação dos componentes químicos foliares.

c) Altura de plantas

Foi utilizada uma trena para medir a distância do colo da planta até a extremidade da haste principal, em 10 plantas de cada parcela, sendo o resultado expresso em centímetro por planta.

d) Altura da inserção do primeiro legume

Foi utilizada uma trena para medir a distância do colo da planta até o nó da inserção do primeiro legume, em 10 plantas de cada parcela, sendo o resultado expresso em centímetro por planta.

e) Comprimento do maior ramo

Com uma trena, foi avaliado o comprimento do maior ramo de 10 plantas de cada parcela, sendo o resultado expresso em centímetro por planta.

f) Ramificações

Foi verificado a quantidade de ramificações em cada uma das 10 plantas de cada parcela.

g) Diâmetro do Caule

Foi avaliado através do paquímetro, a medição do diâmetro do caule no colo da planta de 10 plantas de cada parcela.

h) Peso de mil sementes

Foram pesadas oito repetições de 100 sementes. O resultado da determinação foi obtido multiplicando-se por 10 o peso médio das oito repetições, seguindo a metodologia descrita nas Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009).

i) Produtividade

A produtividade foi realizada com base na população de plantas das cultivares, respectivamente 200.000 e 280.000 plantas/ha. Após a colheita, secagem, debulha, determinou-se o teor de água das sementes pelo aparelho GAC 2100 Agrosystem. Em seguida, pesou-se as amostras de sementes e os pesos obtidos foram corrigidos para 13% de umidade e os resultados expressos em kg/ha.

j) Classificação de sementes

As sementes foram classificadas de acordo com a retenção nas peneiras de clivo circular. Na cultivar MONSOY 6410 IPRO foram utilizadas as peneiras de 5 mm a 6,5 mm. E na cultivar TMG 7062 IPRO utilizaram as peneiras de 5,5 mm a 7 mm.

k) Composição química de sementes

Foram separadas duzentas sementes de cada tratamento, embaladas em sacos de papel e encaminhadas para o laboratório da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – UNESP-

Campus Jaboticabal. Foram avaliados a porcentagem de óleo, cinzas, proteínas, carboidratos não estruturais, níquel, molibdênio, nitrogênio, enxofre, boro e magnésio das sementes.

1) Determinação do teor de lignina

Para facilitar a separação do tegumento da semente de soja, 50 sementes de cada bloco, dentro de cada tratamento, foram imersas em água, por aproximadamente 12 horas. Após a remoção manual dos tegumentos, os mesmos foram secados em estufa previamente regulada à temperatura de 55 °C, por 48 horas. Posteriormente, os tegumentos foram macerados em cadinhos com o uso de nitrogênio líquido, com o objetivo de se obter um pó bastante fino. Em seguida, foi retirado 200 mg do material e transferido para microtubos de centrifugação (2 ml).

As amostras foram lavadas por 2 vezes com 1,5 ml de Triton X-100^a 1% (ph 7,0) com centrifugação a 14.000 rpm por 10 minutos, descartando-se o sobrenadante. Em seguida, o precipitado foi lavado com 1,5 ml de água destilada, novamente centrifugado e o sobrenadante descartado. As amostras foram congeladas à temperatura de -86 °C para posterior secagem por oito horas em liofilizador (Integrated Speed Vac System, modelo L101, marca Liobras). Do material liofilizado, foram pesados 30 mg e armazenados em dessecador para posterior procedimento de extração e quantificação da lignina.

Nas amostras, foram adicionados 1,5 ml de Metanol 80%, seguido de agitação por 15 horas em agitador rotativo à temperatura ambiente e protegido da luz. Logo após, o material foi centrifugado a 14.000 rpm por 10 min. O sobrenadante foi descartado e o precipitado levado à estufa a 65 °C por quatro horas.

O resíduo seco será utilizado para a determinação de lignina, de acordo com metodologia de Barber e Ride (1988) e Capeleti et al. (2005) com algumas modificações e adaptações. Para isso, foram adicionados ao resíduo 1,5 ml de uma solução contendo ácido tioglicólico P. S. (97%) e HCl 2M, na proporção de 1:10. Os microtubos contendo o resíduo e a solução foram agitados suavemente para hidratação do resíduo, e colocados em banho-maria a 95 °C por quatro horas.

Em seguida, os microtubos foram colocados em gelo para resfriamento por 10 minutos e centrifugados a 14.000 rpm por 10 min. O sobrenadante foi descartado e o precipitado lavado com 1,5 ml de água destilada e deionizada, novamente centrifugado a 14.000 rpm por 10 min. Em seguida, o sobrenadante foi descartado e o precipitado ressuspenso adicionando 1,5 ml de NaOH 0,5M, a mistura agitada em agitador rotativo por 15h à temperatura ambiente, para posterior centrifugação a 14000 rpm por 10 minutos. O sobrenadante foi transferido para um

novo microtubo, ao qual foram adicionados 200µl de HCl concentrado e mantido em geladeira (+/- 0 °C) por 4 h, para que a lignina se precipite.

Em seguida, a mistura foi centrifugada a 14.000 rpm por 10 min, o sobrenadante descartado, e o precipitado ressuspenso em 2 ml de NaOH 0,5M com agitação. A determinação do conteúdo de lignina no tegumento foi baseada na absorbância dessa solução, determinada a 290 nm no espectrofotômetro Pharmacia Biotech Modelo Ultrospec 2000, e os valores calculados com base na curva de lignina, sendo expresso em mg de lignina por grama de tecido seco.

m) Peso do tegumento das sementes

Para a determinação do peso do tegumento das sementes foram utilizadas 50 sementes de cada parcela de campo, as sementes foram colocadas dentro de um papel germitest imersas em água em caixas plásticas tipo gerbox por 12 horas à temperatura 25 °C. Os tegumentos foram retirados de forma manual, em seguida os mesmos foram secados a temperatura 55 °C por 48 horas em estufa forçada de circulação de ar, após a secagem foi realizado o peso dos tegumentos em balança de precisão.

n) Germinação

Antes da realização do teste de germinação foi realizada o pré condicionamento das sementes, pois, a maioria estava com um teor abaixo de 11% umidade. As sementes foram colocadas em caixa plástica tipo gerbox adaptada, contendo 40 ml de água e uma camada única de sementes cobrindo toda a tela suspensa. Os gerbox foram levados para BOD a 25 °C por 24 horas no escuro. Em seguida, foi realizada a montagem do teste de germinação utilizando-se duas repetições de 50 sementes por bloco dentro de cada tratamento. Semeadas em duas folhas de papel germitest e coberta por uma folha e, em seguida, enrolado em forma de rolo. Os papéis foram umedecidos com água na proporção de 2,5 vezes o peso do papel seco. Os rolos foram mantidos em germinador à temperatura de 25 °C por 5 dias. A avaliação foi efetuada segundo as Regras para Análise de Sementes – RAS (BRASIL, 2009). Os resultados foram expressos em porcentagem de plântulas normais.

o) Envelhecimento acelerado

Foram utilizadas caixas plásticas tipo gerbox adaptadas com tela de alumínio suspensa. Em cada gerbox foi colocado 40 ml de água destilada e uma camada única de sementes sobre a tela. As caixas plásticas foram mantidas em BOD a 41 °C no escuro, por 48 horas (MARCOS FILHO, 1999). Após este procedimento as sementes foram submetidas ao teste de germinação com duas repetições de 50 sementes para cada bloco. As avaliações foram realizadas 5 dias

após a semeadura. Os resultados foram expressos em porcentagem de plântulas normais (BRASIL, 2009).

p) Condutividade elétrica

Foram utilizadas duas repetições de 50 sementes por bloco dentro de cada tratamento. As sementes foram pesadas e, em seguida, colocadas em copos plásticos descartáveis com 75 ml de água destilada. Após 24 horas de embebição a uma temperatura de 25 °C, a condutividade elétrica foi determinada com auxílio de um condutímetro com resultados expressos em $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}\cdot\text{g}^{-1}$, de acordo com o método descrito por Vieira (1994).

q) Emergência

O teste de emergência foi realizado em bandejas plásticas contendo substrato, areia+solo na proporção de 2:1, utilizando duas repetições de 50 sementes por bloco dentro de cada tratamento. Após a semeadura, as bandejas foram mantidas em câmara de crescimento a 25 °C, sob fotoperíodo de 12 horas, sendo as mesmas irrigadas sempre que necessário. A partir da emergência da primeira plântula foram realizadas avaliações diárias, computando-se o número de plantas emergidas até a estabilização do processo. E também foi avaliado juntamente com o teste de emergência, o índice de velocidade de emergência, segundo metodologia proposta por Maguire (1962).

r) Tetrázólio

Foi realizada o pré condicionamento das sementes, pois a maioria estava com um teor abaixo de 13% umidade. As sementes foram colocadas em caixa plástica tipo gerbox adaptada, contendo 40 ml de água e uma camada única de sementes cobrindo toda a tela suspensa. Os gerbox foram levados para BOD a 25 °C por 24 horas no escuro. Em seguida, as sementes foram pré umedecidas em papel úmido por 16 horas a 25 °C. Após esse procedimento as sementes foram colocadas na solução 2,3,5 trifenil cloreto ou brometo de tetrázólio a 0,0075% na qual permaneceram por 3 horas a 40 °C no escuro. Ao final do período de coloração a solução foi descartada e as sementes foram lavadas com água corrente e foram mantidas em água até o final da avaliação para evitar o ressecamento. As interpretações foram realizadas seguindo as descrições de França Neto et al. (1998), computando-se o percentual de vigor e viabilidade das sementes. Também foi avaliado os danos por umidade e percevejo.

s) Teste de sanidade

O teste de sanidade foi conduzido utilizando-se o método de incubação em papel de filtro sem congelamento (NEERGAARD, 1979). As sementes foram incubadas em placas de petri de 15 cm de diâmetro contendo duas folhas de papel de filtro previamente esterilizadas,

umedecidas com água mais ágar e 2,4-D, foram utilizadas 100 sementes para cada bloco dentro de cada tratamento, divididas em quatro repetições de 25 sementes. As placas foram colocadas em sala de incubação a 20 °C e fotoperíodo de 12 horas permanecendo por 7 dias, sendo então avaliadas quanto a presença de patógenos (BRASIL, 2009). Para a avaliação dos patógenos presentes nas sementes foi utilizado o microscópico ótico.

t) Determinações enzimáticas

Para a análise enzimática foi utilizada uma amostra de 50 sementes. As sementes foram moídas em moinho refrigerado adicionando-se nitrogênio líquido e antioxidante polivinilpirrolidona (PVP) e, em seguida, foram armazenadas à temperatura de -86 °C. Para a extração das enzimas foram utilizados 100 mg. Antes da extração, procedeu-se a lavagem das amostras, para retirada do óleo. Para isto, utilizou-se 600 µL da solução com 50% éter etílico + 50% água, com homogeneização em vortex e repouso por 30 minutos em gelo, o homogeneizado foi centrifugado a 14000 rpm por 30 min a 4 °C, descartando-se o sobrenadante.

Em seguida, foram adicionados 300 µl do tampão de extração (EST, ICL) e 0,1% de β-mercaptoetanol. O material foi colocado em geladeira por 12 h e, depois, centrifugado a 14000 rpm, por 30 min a 4 °C. Foram aplicados 60 µL do sobrenadante no gel de corrida sistema descontínuo, gel separador poliacrilamida 7,5% e gel concentrador poliacrilamida 4,5%. O sistema tampão gel/eletrodo utilizado foi trisglicina pH 8,9.

As corridas foram efetuadas a 110 V, por 5 horas, a 4 °C. Após a eletroforese, os géis foram revelados para as duas enzimas esterase (EST) isocitrato liase ICL (ALFENAS et al., 2006). A avaliação dos perfis eletroforéticos foi realizada com base na presença, ausência e intensidade de bandas.

3.4 Ensaio 2: experimento em casa de vegetação

O experimento foi conduzido na Casa de Vegetação do Departamento de Agricultura. Antes da instalação do experimento, foi realizada a análise de solo para verificar os níveis de fertilidade do material que seria utilizado.

Tabela 3 - Resultados relacionados a fertilidade do solo utilizado nos vasos do plantio em casa de vegetação, no Departamento de Agricultura – UFLA.

Parâmetro	Unidade	Análise	Interpretação
PH		5,2	Baixo
K	mg/dm ³	4,79	Muito Baixo
P	mg/dm ³	0,47	Muito Baixo
Na	mg/dm ³	-	-
Ca	cmol/dm ³	0,69	Baixo
Mg	cmol/dm ³	0,1	Muito Baixo
Al	cmol/dm ³	0,02	Muito Baixo
H+Al	cmol/dm ³	1,76	Baixo
Soma de Bases	cmol/dm ³	0,8	Baixo
CTC efetiva	cmol/dm ³	0,82	Baixo
CTC potencial	cmol/dm ³	2,56	Baixo
Saturação de Bases	%	31,34	Baixo
Saturação Al ³⁺	%	2,44	Muito Baixo
Matéria Orgânica	dag/Kg	1,02	Baixo
P-Rem	mg/L	6,83	-
Zn	mg/dm ³	0,4	Muito Baixo
Fe	mg/dm ³	25,69	Bom
Mn	mg/dm ³	2,96	Baixo
Cu	mg/dm ³	1,25	Médio
B	mg/dm ³	0,06	Muito Baixo
S	mg/dm ³	7,99	Muito Bom
Argila	-	26	-
Silte	-	12	-
Areia	-	62	-

*Análises Realizadas no Laboratório de Ciências do Solo-UFLA

Fonte: Interpretações de acordo com Ribeiro, Guimarães e Alvarez (1999).

De acordo com a Tabela 3, houve a necessidade de se realizar a calagem com calcário dolomítico. A calagem foi realizada 30 dias antes da semeadura. Após esse período foram adicionadas areia e matéria orgânica junto com o solo. A quantidade foi de (2:1) areia e solo e

20% de matéria orgânica misturados em betoneiras para maior homogeneidade. Em seguida foram colocados os substratos em vasos de 8 litros.

Nos vasos foram utilizados quatro tipos de manejo nutricionais, sendo controle; enxofre (S); enxofre e boro (S+B) e enxofre, boro e magnésio (S+B+Mg). Após a aplicação do fósforo e potássio foi aplicada cada uma das formulações. A quantidade foi calculada de acordo com o volume de cada vaso, seguindo as mesmas recomendações do campo, porém, a dose das formulações do manejo nutricional utilizadas foi a metade do experimento em campo, devido ao experimento ser em vaso, e como o recipiente era pequeno, poderia ter fitotoxidez se aplicasse a mesma quantidade do campo

Foram utilizadas sementes das cultivares MONSOY 6410 IPRO e TMG 7062 IPRO. Antes do plantio as sementes foram tratadas com UP Seeds e Standak Top que é um fungicida e inseticida. A dose recomendada 150ml/ha de Up Seeds e 2 ml/kg de Standak Top. Para a realização do tratamento foi utilizado saco plástico de 2 kg, inicialmente colocando (Up Seeds, Standak Top e água) ou (Standak Top e água) e, em seguida, as sementes foram agitadas até que se teve uma mistura homogênea das mesmas. Após o tratamento as sementes ficaram em temperatura ambiente para que houvesse a secagem e, em seguida, foram inoculadas com Bradyrhizobium, utilizando-se o inoculante líquido Masterflix na proporção de 1.400.000 bactérias por sementes.

A semeadura foi realizada manualmente colocando-se seis sementes em cada vaso. Aos 15 dias, após a emergência das plântulas, foi feito o desbaste, deixando duas plântulas em cada vaso. Os tratos culturais, aplicações de inseticidas e fungicidas foram realizados uniformemente em todas as parcelas, de acordo com as necessidades e recomendações para a cultura. Durante todo o experimento os vasos foram acondicionados em casa de vegetação à temperatura ambiente com irrigação. No momento em que as plantas se encontravam no período de florescimento R2 foram realizadas a avaliação do experimento.

3.5 Avaliações

a) Massa seca da parte aérea

Foram realizadas a matéria seca de duas plantas de cada vaso. O material vegetal coletado foi levado à estufa de circulação forçada de ar (65 °C, 96 horas) e posterior pesagem em balança de precisão.

b) Massa seca dos nódulos

Os nódulos foram extraídos das raízes e encaminhados para estufa de circulação forçada de ar (65 °C, 96 horas) e posterior pesagem em balança de precisão.

c) Número de nódulos por planta

Os nódulos foram extraídos das raízes e, em seguida, foi realizada a contagem dos nódulos formados.

3.6 Delineamento experimental e análises estatísticas

Os experimentos em campo e casa de vegetação foram conduzidos em delineamento em blocos casualizados em esquema fatorial 2 x 4 sendo: dois tratamentos de sementes (com e sem UP Seeds); 4 tipos de manejo nutricional, (Controle, S, S+B, S+B+Mg). As duas cultivares foram analisadas separadamente, totalizando-se 64 parcelas experimentais.

Os resultados foram submetidos à análise de variância e a comparação das médias dos tratamentos para todos os testes foi realizada pelo Teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade. As análises estatísticas foram realizadas no software Sisvar® (FERREIRA, 2014)

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Características agronômicas

Pelo resumo da Análise de Variância (TABELAS 1A, 2A e 3A), pode-se observar que, na cultivar MONSOY 6410 IPRO não houve efeito significativo para nenhuma das características analisadas. Na cultivar TMG 7062 IPRO houve efeito significativo para o fator isolado manejo nutricional, apenas para a classificação de sementes na peneira 5,5 mm e teor de clorofila. Não ocorreu interação entre os fatores estudados em nenhuma das duas cultivares analisadas.

Para as características altura de plantas, inserção do primeiro legume, diâmetro do colo, comprimento do maior ramo, ramificação, número de vagens por planta, número de sementes por vagem, produção por planta e produtividade, não apresentaram efeito significativo em nenhuma das duas cultivares avaliadas.

Na cultivar MONSOY 6410 IPRO, a altura de plantas apresentou uma média geral de 64,89 cm, inserção do primeiro legume de 13,04 cm, diâmetro de 6,86, comprimento do maior ramo de 36,62 cm, ramificações 6,03. Na cultivar TMG 7062 IPRO, a média geral para a altura de plantas foi de 71,2 cm, inserção do primeiro legume 21,34 cm, diâmetro 7,42, comprimento do maior ramo 23,69 cm e ramificações 4,24.

Coelho et al. (2011), quando utilizaram 17% de boro e 20% de zinco via foliar, obtiveram um aumento na altura das plantas quando comparadas com a testemunha.

Pereira et al. (2016) verificaram que a aplicação de enxofre aumentou a altura das plantas em 5,87% e o diâmetro do caule 8,42%. Diferentemente encontrado nesse trabalho, onde os produtos não interferiram nestas características analisadas.

Para Finoto et al. (2011) é recomendável que a inserção do primeiro legume esteja entre 10 e 20 cm de altura, para a realização da colheita mecanizada. Verifica-se neste trabalho, que a TMG 7062 IPRO teve média geral acima do recomendado.

Oliveira et al. (2018) não encontraram diferenças estatísticas quando aplicaram os nutrientes via solo molibdênio, níquel, enxofre, e a testemunha, para as variáveis altura da inserção do primeiro legume e diâmetro do caule. No entanto, podem ser influenciadas pela altura de plantas, nas plantas que tem um maior crescimento as vagens estão localizadas em uma maior altura e o diâmetro do caule menor.

Choudhary et al. (2014) observaram um aumento no número de grãos por vagem quando utilizaram na adubação, enxofre e zinco. Coelho et al. (2011) avaliando as vagens e número de sementes quando aplicaram 17% de boro e 10% de magnésio via foliar obtiveram um melhor desempenho entre os tratamentos. De acordo com Dalchiavon e Carvalho (2012) o número de vagens por planta é um dos parâmetros que mais se correlaciona com a produtividade. Silva et al. (2016) afirmaram que o número de vagens por planta pode ser influenciado por diferentes níveis de vigor nas sementes. Oliveira et al. (2018) verificaram que o enxofre influenciou no número de sementes por vagem, porém, não aumentou a produtividade.

A produtividade apresentou média geral de 3685,34 kg ha⁻¹ para a cultivar MONSOY 6410 IPRO e 3502,33 kg ha⁻¹ na cultivar TMG 7062 IPRO. De maneira geral, mesmo que não tenha ocorrido diferença estatística nas duas cultivares, as mesmas apresentaram uma boa produtividade.

Segundo a CONAB (2019) a produtividade média esperada na produção de soja em Minas Gerais é de 3645 kg ha⁻¹. Logo, a cultivar MONSOY 6410 IPRO apresentou média superior à do estado de Minas Gerais. De acordo com Gonçalves et al. (2014), na cultura da soja, maior quantidade de nutrientes na planta não assegura alta produtividade.

Possenti e Villela (2010) verificaram que o molibdênio aplicado via semente ou foliar não teve diferenças no peso de mil sementes e produtividade e nem influenciou na qualidade fisiológica de sementes.

Meschede et al. (2004) quando realizaram o tratamento de sementes com molibdênio e cobalto, tiveram um incremento de 7% na produtividade da soja. Diferentemente do que foi encontrado neste trabalho, onde o tratamento de sementes com cobalto, molibdênio e níquel não teve efeito significativo na produtividade.

Já Rezende et al. (2009) avaliando o efeito da adubação foliar com enxofre na cultura da soja, verificaram um incremento no rendimento dos grãos. Essa relação não foi observada no presente trabalho, visto que o nutriente enxofre aplicado via solo não interferiu na produtividade de sementes.

Na diagnose foliar não houve efeito significativo para nenhum dos nutrientes analisados. Resultado semelhante foi encontrado por Souza et al. (2009) no qual não teve efeito significativo para a composição química foliar, quando utilizaram nutrientes pelo tratamento de sementes e adubação foliar.

Pode-se observar pelos resultados da Tabela 4, que ao realizar a classificação das sementes, ocorreu diferenças no percentual de retenção na peneira 5,5 mm para as sementes da

cultivar TMG 7062 IPRO em relação aos produtos utilizados. Sendo que as parcelas que receberam o tratamento com S+B+Mg apresentaram maior percentagem de retenção na peneira 5,5 mm em relação as tratadas com S+B, mas não diferiram das demais.

Tabela 4 - Percentagem de retenção de sementes de soja na peneira 5,5 mm na cultivar TMG. 7062 IPRO, sob a influência do manejo nutricional utilizados no plantio.

Manejo Nutricional	Peneira 5,5 mm
Controle	9,69ab
S	13,89 ab
S+B	6,19b
S+B+Mg	17,61a
Média Geral	11,84

*Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si, a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Fonte: Da autora (2019).

Piccinin et al. (2012) verificaram que não tiveram diferenças significativas entre a qualidade fisiológica e sanitária de sementes com o tamanho das mesmas.

Com relação ao teor de clorofila, na cultivar MONSOY 6410 IPRO não houve efeito significativo entre os tratamentos, mas houve uma média geral no teor de clorofila de 438. Já com relação a cultivar TMG 7062 IPRO (TABELA 5) observa-se que as parcelas que receberam o tratamento com o agrupamentos do manejo nutricional (S+B+Mg) apresentaram a maior média no teor de clorofila, embora não tenha diferido da testemunha e do manejo nutricional S+B, e o manejo nutricional com enxofre obteve a menor média.

Tabela 5 - Teor de Clorofila nas plantas de soja da Cultivar TMG 7062 IPRO oriundas de sementes que foram produzidas utilizando diferentes manejo nutricionais no plantio.

Manejo Nutricional	Teor de Clorofila
Controle	447,66ab
S	425,34b
S+B	433,09ab
S+B+Mg	459,22a
Média Geral	441,32

*Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si, a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Fonte: Da autora (2019).

Fato relacionado ao magnésio ter função como componente da molécula central de clorofila (NASCIMENTO et al., 2009; TAIZ; ZEIGER, 2013). Através do teor de clorofila verifica-se que a quantidade do pigmento se relaciona com a quantidade de nitrogênio na planta (PIEKIELEK; FOX, 1992; SMEAL; ZHANG, 1994; BOOIJ et al., 2000).

De acordo com Taiz e Zeiger (2013) o desenvolvimento das plantas está relacionado com a clorofila, pois a mesma é um pigmento fotossintético essencial e responsável por capturar a energia solar necessária para a fotossíntese. Para Nogueira et al. (2010) o nível de nitrogênio no solo e a matéria seca das plantas está diretamente relacionado com o teor de clorofila foliar.

4.2 Análises laboratoriais

Pelo resumo da Análise de Variância (TABELAS 4A, 5A e 6A) pode-se observar que na cultivar MONSOY 6410 IPRO houve efeito significativo para o fator manejo nutricional apenas para condutividade elétrica, teste de sanidade para o fungo *Cercospora Kikuchi*, na composição química para molibdênio e enxofre e para o fator tratamento de sementes houve efeito significativo para o nutriente molibdênio. Na cultivar TMG 7062 IPRO houve efeito significativo também para o fator manejo nutricional apenas para o teste de envelhecimento acelerado, teste de sanidade para o fungo *Cladosporium*, na composição química para teor de óleo e molibdênio e para o fator tratamento de sementes, houve efeito significativo para o nutriente molibdênio. Não ocorreu interação entre os fatores em nenhuma das duas cultivares analisadas.

Verifica-se que para o teor de lignina não houve efeito significativo para nenhum dos fatores analisados. Observou-se uma média geral de 0,874 g% para a cultivar MONSOY 6410 IPRO e 0,992 g% para a cultivar TMG 7062 IPRO, mostrando que os produtos utilizados neste trabalho não interferiram na quantidade de lignina acumulada no tegumento das sementes. Ressalta-se que, mesmo que não havendo efeito significativo no teor de lignina, as sementes apresentaram alta qualidade fisiológica de maneira geral.

Para Panobianco et al. (1999) sementes com alto teor de lignina no tegumento apresentam alta qualidade fisiológica. Diferentemente de Baldoni (2010) que não encontrou relação entre a qualidade fisiológica de sementes e o teor de lignina. Já Botelho e Dantas (2012) observaram que cultivares que apresentaram menores teores de lignina apresentaram melhor qualidade de sementes.

Caapeleti (2005), trabalhando com onze cultivares de soja, verificaram valores de lignina entre 0,264 e 0,470 g% e evidenciaram que teores de lignina acima de 0,4g % encontrados no tegumento das sementes pode ser utilizado como um possível indicador de resistência aos danos mecânicos. Portanto, observa-se neste trabalho, que as duas cultivares utilizadas possuem uma quantidade muito superior de lignina no tegumento.

Menezes et al. (2009) afirmam que, pelos testes de primeira contagem, contagem final e velocidade de emergência, pode-se correlacionar o teor de lignina com a qualidade fisiológica das sementes. Gris et al. (2010), avaliando o teor de lignina presente no tegumento das sementes, encontraram diferenças somente entre as cultivares Silvânia RR e Jataí.

Com relação aos resultados da composição química de sementes verifica-se que, para a cultivar MONSOY 6410 IPRO houve efeito significativo para os nutrientes molibdênio, enxofre e boro no fator isolado manejo nutricional e para o enxofre houve também efeito isolado para tratamento. Já na cultivar TMG 7062 IPRO apresentaram diferença estatística no teor de óleo e molibdênio para o fator isolado manejo nutricional e também efeito isolado para tratamento para molibdênio.

Verifica-se na Tabela 6 que o nutriente molibdênio apresentou diferença estatística para tratamento de sementes e manejo nutricional isoladamente. O tratamento de sementes com UP Seeds composto de molibdênio, cobalto e níquel apresentou maior média em relação a testemunha sem tratamento mostrando que o tratamento interferiu na quantidade de molibdênio nas sementes.

Tabela 6 - Composição Química do nutriente molibdênio em sementes de soja da cultivar MONSOY 6410 IPRO, sob a influência do tratamento de sementes.

Tratamentos	Mo mg k-1
Sem TS	1,48b
Com TS	3,61a

*Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si, a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Fonte: Da autora (2019).

Em relação ao manejo nutricional (TABELA 7), pode-se verificar que o tratamento controle apresentou a melhor média, mostrando que o manejo nutricional utilizado no campo, no momento da semeadura, não interferiu na quantidade de molibdênio nas sementes. A menor média foi constatada quando a adubação foi realizada com enxofre e boro.

Tabela 7 - Composição química dos nutrientes molibdênio e enxofre em sementes de soja da cultivar MONSOY 6410 IPRO, sob a influência de diferentes manejos nutricionais via solo.

Manejo Nutricional	Mo mg k ⁻¹	S g k ⁻¹
Controle	3,07 a	2,35ab
S	2,44ab	2,51a
S+B	1,89b	2,47 a
S+B+Mg	2,79ab	2,3b
Média Geral	2,54	2,41

*Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si, a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Fonte: Da autora (2019).

Verifica-se que para o nutriente enxofre, o tratamento de sementes não teve diferença estatística. Já para o manejo nutricional (TABELA 7) quando se utilizou enxofre ou enxofre e boro, apresentaram as maiores médias, enquanto que a utilização do manejo nutricional completo com enxofre, boro e magnésio apresentou a menor média.

Com relação ao teor de óleo, apenas nas sementes da cultivar TMG 7062 IPRO houve diferença estatística somente para o manejo nutricional. Verifica-se na Tabela 8, que quando houve a aplicação do manejo nutricional enxofre e boro, as sementes tiveram a maior média em relação a porcentagem de óleo, embora não tenha diferido do controle e as menores médias foram verificadas quando foi utilizado enxofre e o manejo nutricional completo com enxofre, boro e magnésio.

Tabela 8 - Composição química do teor de óleo e molibdênio em sementes de soja da cultivar TMG 7062 IPRO, sob a influência de diferentes manejos nutricionais via solo.

Manejo Nutricional	Óleo %	Mo mg k ⁻¹
Controle	18,2ab	2,82a
S	18,19b	2,37ab
S+B	19,42a	2b
S+B+Mg	18,21b	2,40ab
Média Geral	18,61	2,4

*Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si, a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Fonte: Da autora (2019).

Em relação ao manejo nutricional (TABELA 8), verifica-se que no tratamento controle foi constatada a maior média em relação aos manejos nutricionais e, quando utilizou-se enxofre + boro, apresentaram a menor média. Os resultados para a quantidade de molibdênio nas sementes tiveram o mesmo comportamento nas duas cultivares analisadas.

O tratamento de sementes (TABELA 9) foi eficiente no aumento de molibdênio nas sementes de soja da cultivar TMG 7062 IPRO, apresentando a maior média em relação a testemunha sem tratamento, mostrando que o tratamento de sementes interferiu no aumento de molibdênio nas sementes.

Tabela 9 - Composição química dos nutrientes molibdênio em sementes de soja da cultivar TMG 7062 IPRO, sob a influência do tratamento de sementes.

Tratamentos	Mo mg k-1
Sem TS	1,48b
Com TS	3,32a

*Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si, a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Fonte: Da autora (2019).

Magalhães et al. (2015) relata que somente a avaliação da quantidade de nutrientes nas sementes, não é o mais indicado para averiguar as condições nutricionais, mas devem ser avaliadas juntamente com as análises de vigor, tamanho e peso.

Para Jacob-Neto (1998) o desenvolvimento inicial das culturas, o processo de fixação biológica de nitrogênio e a produção de grãos, podem ser afetados pela quantidade de nutrientes nas sementes. Já Leite et al. (2010) relatam que a quantidade de molibdênio nas sementes tem influência na qualidade fisiológica.

Ressalta-se que, para o teste de germinação, embora não houvesse efeito significativo para nenhuma das duas cultivares analisadas, as sementes estavam com alto percentual de germinação, com uma média geral de 99%.

Pelo resultado do teste de envelhecimento acelerado verifica-se que para a cultivar MONSOY 6410 IPRO não houve diferença estatística entre os tratamentos obtendo uma média geral de 97% de plântulas normais, mostrando que as sementes estão vigorosas independente do tratamento utilizado. Já para as sementes da cultivar TMG 7062 IPRO houve diferença estatística nos resultados entre os tratamentos para o teste de envelhecimento acelerado (TABELA 10). Os manejos nutricionais via solo, utilizados no plantio, proporcionaram as

maiores médias de germinação após o envelhecimento acelerado, mostrando que quando utilizados enxofre e boro, ou enxofre, boro e magnésio, as sementes foram mais vigorosas ao tratamento controle sem utilização de produtos, apresentando a menor média. Pereira et al. (2015) relataram que a qualidade fisiológica de sementes pode ser influenciada por fatores ambientais e adubação, enfatizando que plantas vigorosas originam sementes de alto vigor.

Tabela 10 - Resultados médios de germinação (%) após o teste de envelhecimento acelerado nas sementes da cultivar TMG 7062 IPRO, sob a influência de diferentes manejos nutricionais via solo utilizados no plantio.

Manejo Nutricional	Envelhecimento Acelerado
Controle	97b
S	99a
S+B	99a
S+B+Mg	99a
Média Geral	99

*Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si, a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Fonte: Da autora (2019).

No teste de emergência de plântulas não houve efeito significativo para nenhum dos fatores analisados em nenhuma das duas cultivares, houve uma média geral da porcentagem da emergência de plântulas de 98% para cultivar MONSOY 6410 IPRO e 96% para a cultivar TMG 7062 IPRO.

Diferentemente do encontrado por Guerra et al. (2006) quando foram aplicados cobalto e molibdênio no tratamento de sementes, apresentaram um incremento na germinação e emergência em campo de sementes de soja

Pelos resultados apresentados na Tabela 11, referente ao teste de condutividade elétrica das sementes da cultivar MONSOY 6410 IPRO, observa-se que houve diferença estatística significativa apenas para o fator isolado manejo nutricional, pode-se verificar que, quando utilizou-se os manejos nutricionais via solo com S+B+Mg, houve melhor resultado para condutividade elétrica, ocorrendo uma menor liberação de exsudatos, mostrando que a combinação dos nutrientes enxofre, boro e magnésio influenciaram na proteção da membrana. E quando utilizados o tratamento controle ou o enxofre apresentaram uma maior média, os dois tratamentos não diferiram estatisticamente, mostrando uma maior liberação de exsudatos, ou seja, uma maior degradação das membranas, sendo que essa degradação é considerada uma das

primeiras etapas do processo de deterioração das sementes. Evidenciando assim, que os nutrientes podem influenciar melhoria da qualidade das sementes.

Tabela 11- Resultados médios de Condutividade Elétrica ($\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}\cdot\text{g}^{-1}$) em sementes de soja da cultivar MONSOY 6410 IPRO, sob a influência de diferentes manejos nutricionais via solo utilizados no plantio.

Manejo Nutricional	Condutividade Elétrica
Controle	54,71b
S	54,1a
S+B	49,97ab
S+B+Mg	44,7a
Média Geral	50,86

*Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si, a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Fonte: Da autora (2019).

De acordo com Vieira e Krzyzanowski (1999), em sementes de soja, a condutividade elétrica tem considerado valores padrões de 70-80 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}\cdot\text{g}^{-1}$ sendo de alta para média a qualidade de sementes. Logo, pode-se verificar que neste trabalho, os valores encontrados foram bem inferiores aos relatados, mostrando a boa qualidade das sementes.

Para a massa de mil sementes nas duas cultivares não houve efeito significativo, na cultivar MONSOY 6410 IPRO apresentou-se uma média geral de 143,47 gramas e 185,18 para a cultivar TMG 7062 IPRO. A aplicação de enxofre, cobalto e molibdênio no tratamento de sementes não influenciaram no peso de 1000 sementes. Silva et al. (2011) quando utilizaram cobalto e molibdênio na aplicação foliar, verificaram melhores resultados para a massa de mil sementes. De acordo com Carvalho (2000) o peso de mil sementes pode ser influenciado pelas práticas de manejo, nutrição das plantas, condições ambientais e genótipo. Assim como para Schimidt (2007) o peso de mil sementes pode ser influenciado por diversos fatores como luz solar, temperatura, fator genético, adubação e grau de maturação.

Segundo Pereira et al. (2014) as sementes que apresentam maiores valores de peso de mil sementes são mais vigorosas. Mathias (2018) afirma que na fase de maturação das sementes que é definido o peso de mil sementes, sendo uma característica genética, porém, influenciada pelo manejo da cultura e influenciada pelas condições climáticas.

No teste de tetrazólio não houve diferença estatística em nenhuma das duas cultivares, também se verificou alta qualidade fisiológicas das sementes. As sementes da duas cultivares apresentaram em média 97% para sementes vigorosas e 99% de sementes viáveis.

Forti et al. (2010) relatam que o potencial fisiológico das sementes de soja pode ser afetado por danos causados pela umidade nas sementes e por percevejo. Diferentemente do encontrado nesse trabalho, os danos ocorridos por umidade e percevejo não foram significativos, pois houve alta porcentagem de sementes vigorosas e viáveis.

No teste de sanidade para a cultivar MONSOY 6410 IPRO obteve-se uma média geral de incidência de fungos de *Aspergillus spp* 6,5%, *Cladosporium* 51,5%, *Cercospora kikuchii*, 11,2%, *Fusarium spp* 25,8% e *Phomopsis* 4,1%. Sendo que somente *Cercospora Kikuchii* ocorreu diferença estatística para o fator isolado produtos (TABELA 12).

Tabela 12 - Incidência (%) de *Cercospora Kikuchii* em sementes da Cultivar MONSOY 6410 IPRO, sob a influência de diferentes manejos nutricionais utilizados no plantio.

Manejo Nutricional	<i>Cercospora Kikuchii</i>
Controle	8,6a
S	14,3c
S+B	13,6b
S+B+Mg	8,3a
Média Geral	11,2

*Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si, a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Fonte: Da autora (2019).

Verifica-se que com a utilização do manejo nutricional (TABELA 12) com enxofre, boro e magnésio, ocorreu uma diminuição na incidência de *Cercospora Kikuchii*, mostrando que os nutrientes interferiram no índice de incidência deste fungo nas sementes, enquanto que para as sementes oriundas do tratamento com enxofre houve a maior incidência.

Na cultivar TMG 7062 IPRO a média geral de incidência dos fungos foram de *Aspergillus spp* 4,6%, *Cladosporium* 36,9%, *Cercospora Kikuchii* 4,9%, *Fusarium spp* 25,9%, *Phomopsis sp* 2%. Porém, somente para o fungo para a incidência de *Cladosporium* houve diferença estatística para o fator isolado produtos (TABELA 13).

Tabela 13 - Incidência (%) de *Cladosporium* em sementes de soja da cultivar TMG 702 IPRO, sob a influência de diferentes produtos utilizados no plantio.

Manejo Nutricional	Cladosporium
Controle	47,25b
S	40,37ab
S+B	32,62ab
S+B+Mg	27,5a
Média Geral	36,94

*Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si, a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Fonte: Da autora (2019).

Verifica-se que a incidência do fungo *Cladosporium* foi menor em sementes oriundas do manejo nutricional a base de enxofre, boro e magnésio. Enquanto que o tratamento controle apresentou a maior incidência deste mesmo fungo. A utilização de nutrientes no momento do plantio auxiliou na qualidade das sementes evitando-se a incidência de *Cladosporium*.

Carvalho et al (2015) verificaram que as sementes de soja produzidas com aplicação foliar de manganês reduziram a incidência dos fungos *Cercospora kikuchii*, *Aspergillus* spp. e *Fusarium* spp.

De acordo com Goulart (2005) as principais doenças de importância econômica na cultura da soja são causadas por fungos, e os de maior ocorrência são *Fusarium semitectum*, *Cercospora kikuchii*, *Colletotrichum truncatum*, *Phomopsis* spp. e *Aspergillus* spp. Esses patógenos ocasionam perdas na produção e na qualidade das sementes reduzindo a germinação e vigor (DANIELLI et al., 2011)

De acordo com Ávila et al. (2003) e Lacerda et al. (2003) a qualidade de sementes pode ser influenciada pelas condições climáticas, resistência varietal, controle químico e condições de armazenamento, sendo que do ponto de vista sanitário, é indesejável a presença de microrganismos nas sementes.

Binotti et al. (2008) afirma que os patógenos tendem a aumentar a deterioração das sementes ocasionando redução na germinação e vigor das mesmas. Zuffo et al. (2018) relatam que o momento da colheita e as condições climáticas podem afetar a qualidade fisiológica e sanitárias das sementes de soja.

4.3 Casa de vegetação

Pelo resumo da análise de variância (TABELA 7A) pode-se observar que na cultivar MONSOY 6410 IPRO houve efeito significativo apenas para massa seca da parte aérea no fator isolado manejo nutricional. Já para as sementes da cultivar TMG 7062 IPRO houve efeito significativo também isolado para tratamento de sementes relacionado com número de nódulos.

Verifica-se pelos resultados da Tabela 14 referente à massa seca da parte aérea nas plantas oriundas de sementes da cultivar MONSOY 6410 IPRO, que no tratamento controle e com enxofre, houve as maiores médias, enquanto que com a utilização do tratamento enxofre, boro e magnésio houve menor média, evidenciando que os produtos interferem na diminuição da quantidade de massa seca de parte aérea. Resultados controversos foram encontrados por Nascimento et al. (2009), que verificaram que com uma maior disponibilidade de magnésio ocorre um aumento na massa de matéria seca total das plantas.

Tabela 14 - Massa seca em gramas da parte aérea de plantas de soja da cultivar MONSOY 6410 IPRO, sob a influência de diferentes produtos utilizados no plantio.

Manejo Nutricional	Massa da Parte Aérea
Controle	7,32a
S	7,84a
S+B	6,14ab
S+B+Mg	5,15b
Média Geral	6,61

*Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si, a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Fonte: Da autora (2019).

Tiecher (2012) verificou que a utilização de fertilizantes sulfatados, mesmo em solos em que o nível de enxofre se encontrava com baixos níveis, não houve aumento da massa seca em plantas de soja, mamona, sorgo e milho.

Pereira et al. (2016) verificaram que a aplicação de enxofre na soja teve um incremento de 21,61% na massa seca da parte aérea, quando comparadas com plantas que não foram aplicadas enxofre. Vittti et al. (2005) verificaram que a aplicação de 40 kg de enxofre, independente da fonte do nutriente ou do método de aplicação, aumentou a massa seca de plantas em soja

Em relação ao número de nódulos da cultivar MONSOY 6410 IPRO, verifica-se que não houve efeito significativo apresentando uma média geral de 78,2 nódulos. Já na cultivar TMG 7062 IPRO houve efeito isolado para tratamento de sementes. Verifica-se pelos resultados da Tabela 15, que quando não foi utilizado o tratamento de sementes com molibdênio, cobalto e níquel, houve uma maior nodulação. Neste caso, observa-se que os nutrientes aplicados nas sementes interferiram na nodulação das plantas de soja em casa de vegetação.

Tabela 15 - Número do Nódulos em raízes de plantas de soja da cultivar TMG 7062 IPRO, sob a influência do tratamento de sementes com os micronutrientes.

Tratamentos	Número de Nódulos
Sem TS	90,35a
Com TS	65,93b
Média Geral	78,18

*Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

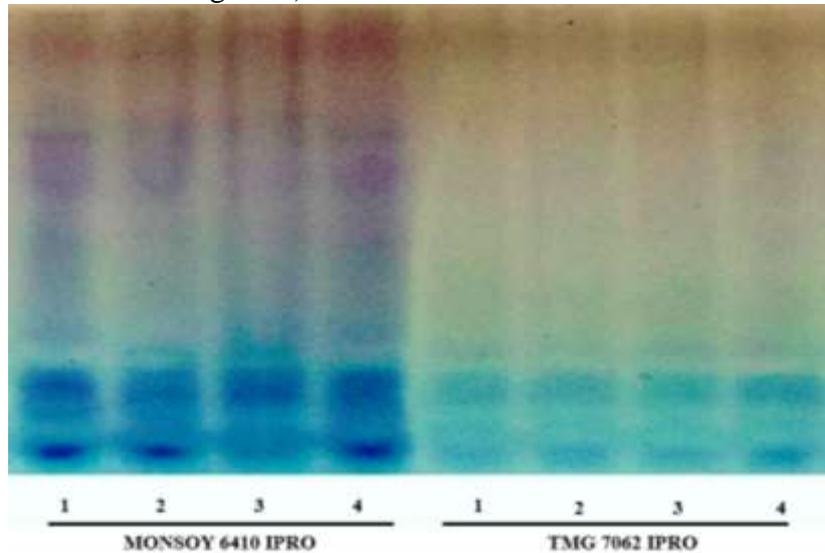
Fonte: Da autora (2019).

Nas duas cultivares não houve diferenças estatísticas em relação à massa de nódulos, mostrando que o manejo nutricional via solo e o tratamento de sementes não interferiram na massa de nódulos, apresentando uma média geral de 0,61 gramas para a cultivar MONSOY 6410 IPRO e de 0,58 gramas para a cultivar TMG 7062 IPRO.

4.4 Análises enzimáticas

Nas sementes das cultivares MONSOY 6410 IPRO e TMG 7062 IPRO não foram constatadas diferenças nos perfis do gel da enzima isocitrato liase (FIGURA 1)

Figura 2 - Padrões enzimáticos de sementes de soja das cultivares MONSOY 6410 IPRO e TMG 7062 IPRO, sob a influência dos produtos utilizados no plantio, revelados para a enzima isocitrato liase. Sendo: 1 (Controle), 2(enxofre), 3 (enxofre+boro), 4 (enxofre+boro+magnésio).



Fonte: Da autora (2019).

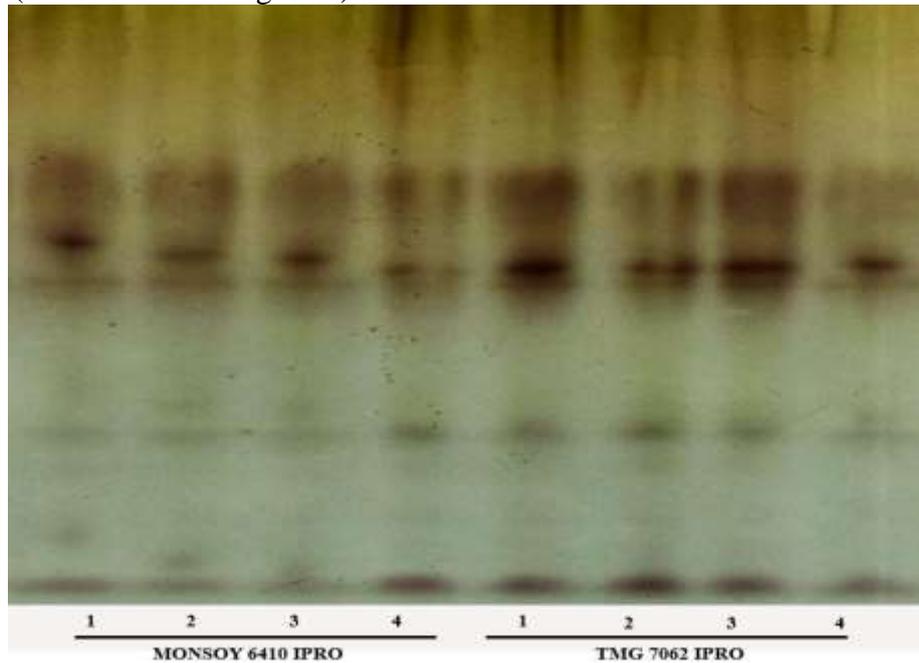
A enzima isocitrato liase está envolvida no metabolismo dos lipídeos armazenados nas sementes oleaginosas e participa do ciclo do glioxilato, nos glioxissomos. A expressão da enzima aumenta durante a germinação das sementes, encontrando valores máximos quando ocorre o máximo acúmulo de lipídeos degradados que são convertidos em sacarose (BEWLEY; BLACK, 1994).

Martins et al. (2000) verificaram que sementes mais vigorosas apresentam uma maior atividade da enzima isocitrato liase. Carvalho et al. (2014) também verificaram que cultivares de sementes de soja com uma maior qualidade fisiológica obtiveram uma maior atividade da enzima isocitrato liase. No presente trabalho, não houve diferenças na enzima isocitrato liase, mas também se verificou pelos testes fisiológicos, que as sementes apresentaram alta qualidade fisiológica independente do tratamento utilizado. Esse pode ter sido um dos motivos da enzima não ter diferido em nenhum tratamento nas duas cultivares.

Pela atividade da enzima esterase (FIGURA 2), pode-se verificar que nas sementes das duas cultivares MONSOY 6410 IPRO e TMG 7062 IPRO também não apresentaram diferenças no perfil dos géis. Para Veiga et al. (2010), durante o processo de germinação das sementes, a esterase está envolvida no desdobramento dos lipídeos. Em sementes ricas em lipídeos esse processo é de grande relevância para a retomada do eixo embrionário. Resultados encontrados por Vieira et al. (2013) demonstram que a redução da expressão da esterase ocasiona uma maior

peroxidação dos lipídeos da membrana, isso pode estar relacionado com a permeabilidade da membrana e com o processo de degradação.

Figura 3 - Padrões enzimáticos de sementes de soja das cultivares MONSOY 6410 IPRO e TMG 7062 IPRO, sob a influência dos produtos utilizados no plantio, revelados para a enzima esterase. Sendo: 1 (Controle), 2(enxofre), 3 (enxofre+boro), 4 (enxofre+boro+magnésio).



Fonte: Da autora (2019).

Ferreira (2015) relata que maiores valores de germinação estão relacionados com a maior expressão da enzima esterase, pois ela está diretamente ligada ao processo de germinação. Portanto, como as enzimas isocitrato liase e esterase estão diretamente relacionadas com a qualidade fisiológica das sementes, era de se esperar não haver diferenças nos perfis destas enzimas, uma vez que as sementes oriundas dos diferentes tratamentos, apresentaram alta qualidade fisiológica e na maioria dos testes analisados não houve diferença estatística em relação aos tratamentos.

5 CONCLUSÃO

A adubação no plantio com os elementos enxofre, boro e magnésio, e o tratamento das sementes com molibdênio, cobalto e níquel não influencia nas características agronômicas e na produtividade da cultura da soja.

A adubação de plantio com os elementos enxofre, boro e magnésio influencia positivamente no vigor das sementes de soja.

A adubação no plantio com os elementos enxofre, boro e magnésio e o tratamento de sementes com molibdênio, cobalto e níquel não influencia no teor de lignina no tegumento das sementes de soja.

A adubação no plantio com os elementos enxofre, boro e magnésio, reduz a incidência dos fungos *Cladosporium sp* e *Cercospora Kikuchii*.

O tratamento de sementes com molibdênio, cobalto e níquel interfere negativamente na nodulação das raízes de plantas de soja.

REFERÊNCIAS

- ALFENAS, A. C. (Ed.). **Eletroforese e marcadores bioquímicos em plantas e microrganismos**. 2. ed. Viçosa, MG: UFV, 2006. 627 p.
- ALPASLAN, M.; GUNES, A. Interactive effects of boron and salinity stress on the growth, membrane permeability and mineral composition of tomato and cucumber plants. **Plant Soil**, v. 236, p. 123–128, 2001.
- ALVAREZ, P. J. C.; KRZYZANOWSKI, F. C.; MANDARINO, J. M. G.; FRANÇA NETO, J. B. Relationship between soybean seed coat lignin content and resistance to mechanical damage. **Seed Science and Technology**, Zurich, v. 25, n. 2, p. 209-214, 1997.
- ALVAREZ, V. H. et al. Enxofre. In: NOVAIS, R. F. et al. (Ed.) **Fertilidade do solo**. Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007. p. 595-644.
- ÁVILA, M. R. et al. Sowing seasons and quality of soybean seeds. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v. 60, p. 245-252, 2003.
- BALDONI, A. **Análises fisiológicas, ultraestruturais e expressão gênica de lignina em sementes de soja**. 2010. 63 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Fitotecnia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2010.
- BARBER, M. S.; RIDE, J. P. A quantitative assay for induce lignifications in wounded wheat leaves and its use to survey potential elicitor for the response. **Physiological and Molecular Plant Pathology**, London, v. 32, n. 2, p. 185-197, mar. 1988.
- BELLALOU, N. Soybean seed phenol, lignin, and isoflavones and sugars composition altered by foliar boron application in soybean under water stress. **Food and Nutrition Sciences**, v. 3, n. 4, p. 579-590, 2012.
- BELLALOU, N. et al. Effects of foliar boron application on seed composition, cell wall boron, and seed $\delta^{15}\text{N}$ and $\delta^{13}\text{C}$ isotopes in water-stressed soybean plants. **Frontiers in plant science**, v. 4, p. 270, 2013.
- BERGAMIN, A. C.; SCHLINDWEIN, J. A.; VENTUROS, L. do R.; VALADÃO JÚNIOR, D. D.; CARON, B. O.; SCHMIDT, D. Respostas de duas cultivares de soja à adubação a lanço e em sulco, no município de Rolim de Moura/RO. **Revista de Ciências Agrárias**, n. 50, p. 155-166, 2008.
- BEWLEY, J. D.; BLACK, M. **Seeds physiology of development and germination**. New York: Plenum, 1994. 445 p.
- BINOTTI, F. F. S. et al. Efeito do período de envelhecimento acelerado no teste de condutividade elétrica e na qualidade fisiológica de sementes de feijão. **Acta Scientiarum Agronomy**, v. 30, n. 2, p. 247-254, 2008.

BOTELHO, F. J. E. **Qualidade de sementes de soja com diferentes teores de lignina obtidas de plantas submetidas à dessecação.** 2012. 85 p. Tese (Doutorado em Agronomia/Fitotecnia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2012.

BRAGA, G. N. M. **Micronutrientes na cultura da soja e milho.** 2009. Disponível em: <www.agronomiacomgismonti.blogspot.com.br> Acesso em: 19 mar. 2019.

BRASIL. Ministério da Agricultura e da Reforma Agrária. Departamento Nacional de Meteorologia. **Normais climatológicas: 1961-1990.** Brasília, 1992. 84 p.

_____. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes.** Brasília, 2009. 395 p.

BROCH, D. L. et al. Produtividade da soja no cerrado influenciada pelas fontes de enxofre. **Revista Ciência Agronômica**, v. 42, n. 3, p. 791-796, 2011.

BRUNES, A. P. et al. Produção, qualidade e expressão isoenzimática de semente de trigo produzidas sob diferentes doses de boro. **Revista Brasileira de Biociências**, v. 14, n. 3, 2016.

CAKMAK, I.; KURZ, H.; MARSCHNER, H. Short-term effects of boron, germanium and high light intensity on membrane permeability in boron deficient leaves of sunflower. **Physiol Plant**, v. 9, p. 11-18, 2005.

CAKMAK, I.; RÖMHELD, V. Boron efficiency induced impairments of cellular functions in plants. **Plant and Soil, the Hague**, v. 193, n. 1/2, p. 71-83, 1998.

CALONEGO, J. C.; OCANI, K.; OCANI, M.; SANTOS, C. H. Adubação boratada foliar na cultura da soja. **Colloquium Agrariae**, Presidente Prudente, v. 6, n. 2, p. 20-26, 2010.

CAPELETI, I. et al. A new procedure for quantification of lignin in soybean (*Glycine max* (L.) Merrill) seed coat and their relationship with the resistance to mechanical damage. **Seed Science and Technology**, Zurich, v. 33, p. 511-515, 2005.

CARVALHO, E. R. et al. Enzyme activity in soybean seeds produced under foliar application of manganese. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 38, n. 4, p. 317-327, 2014b.

CARVALHO, E. R.; OLIVEIRA, J. A.; CALDEIRA, C. M. Qualidade fisiológica de sementes de soja convencional e transgênica RR produzidas sob aplicação foliar de manganês. **Bragantia**, Campinas, v.73, n. 3, jul./set. 2014.

CARVALHO, E. R.; OLIVEIRA, J. A.; REIS, L. R.; FERREIRA, T. F. Mn foliar sobre a qualidade sanitária e lignina de sementes de soja convencional e resistente ao glifosato. **Revista Ciência Agronômica**, v. 46, n. 1, p. 135-143, jan./mar. 2015.

CARVALHO, L. C.; FERREIRA, F. M.; BUENO, N. M. Importância econômica e generalidades para o controle da lagarta falsa-medideira na cultura da soja. **Enciclopédia Biosfera**, v. 8, n. 15, p. 1021-1034, 2012.

CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 4. ed. Jaboticabal: Funep, 2000. 588 p.

CERETTA, C.A.; PAVINATTO, A.; PAVINATTO, P.S.; MOREIRA, I.C.L.; GIROTTO, E, TRENTIN, E. E. Micronutrientes na soja: produtividade e análise econômica. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 35, n. 3, p. 576-581, 2005.

CERVILLA, L.M.; ROSALES, M. A.; RUBIO-WILHELMI, M. M.; SANCHEZ-RODRIGUEZ, E.; BLASCO, B.; RIOS, J. J.; ROMERO, L.; RUIZ, J. M. Involvement of lignification and membrane permeability in the tomato root response to boron toxicity. **Plant Science**, v. 176, p. 545–552, 2009.

CHOUDHARY, P.; JHAJHARIA, A.; KUMAR, R. Influence of sulphur and zinc fertilization on yield, yield components and quality traits of soybean (*Glycine Max* L.). **The Bioscan**, Índia, v. 9, n. 1, p. 137-142, 2014.

COELHO, H. A. et al. Eficiência agrônômica da aplicação foliar de nutrientes na cultura da soja. **Agrarian**, v. 4, n. 11, p. 73-78, 2011.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da safra brasileira: grãos, sexto levantamento**. 2019. Disponível em: <<https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos/boletim-da-safra-de-graos>>. Acesso em: 15 mar. 2019.

COSTA, N. D.; MESQUITA, C. D. M.; MAURINA, A. C. et al. Efeito da colheita mecânica da soja nas características físicas, fisiológicas e químicas das sementes em três estados do Brasil. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 23, p. 140-5. 2001.

CUACUA-TEMIZ, C. et al. Efecto de los elementos benéficos Al, Co, Se y Si en la nutrición de heliconias (*Heliconia* sp.). **Agroproductividad**, v. 10, n. 3, 2017.

DA SILVA, T. A. et al. Condicionamento fisiológico de sementes de soja, componentes de produção e produtividade. **Ciência Rural**, v. 46, n. 2, 2016.

DALCHIAVON, F. C.; CARVALHO, M. de P. e. Correlação linear e espacial dos componentes de produção e produtividade da soja. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina-PR, v. 33, n. 2, p. 541-552, 2012.

DANELLI, A. L. et al. Qualidade sanitária e fisiológica de sementes de soja em função do tratamento químico de sementes e foliar no campo. **Ciencia y Tecnología**, Madrid, v. 4, n. 2, p. 29-37, 2011.

DANTAS, A. A. A.; CARVALHO, L. G.; FERREIRA, E. Classificação e tendências climáticas em Lavras, MG. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 31, n. 6, p. 1862-1866, nov./dez. 2007.

DANTAS, I. B. **Influência do teor da lignina na qualidade e armazenabilidade de sementes de soja inoculadas com *Aspergillus flavus* e *Penicillium* sp.** 2012. 110 p. Tese (Doutorado em Agronomia/Fitotecnia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2012.

DANTAS, I. B. **Influência do teor de lignina na qualidade e armazenabilidade de soja inoculadas com *Aspergillus flavus* e *Penicillium* sp.** 2012. 110 p. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) – Universidade Federal de Lavras, MG, 2012.

DE AZAMBUJA, M. S. W. et al. Quantificação de nutrientes em sementes de soja. **Revista de Ciências Agroambientais**, v. 13, n. 2, 2016.

DE QUEIROZ BARCELOS, J. P. et al. Effects of foliar nickel (Ni) application on mineral nutrition status, urease activity and physiological quality of soybean seeds. **Australian Journal of Crop Science**, v. 11, n. 2, p. 184, 2017.

DE SOUZA, L. C. F. et al. Teor de proteína e de óleo nos grãos de soja em função do tratamento de sementes e aplicação de micronutrientes. **Ciênc. agrotec.**, Lavras, v. 33, n. 6, p. 1586-1593, nov./dez. 2009.

DECHEN, A. R.; NACHTIGALL, G. R. Elementos requeridos à nutrição de plantas. In: NOVAIS, R. F.; ALVAREZ, V.; BARROS, N. F.; FONTES, R. L. F.; CANTARUTTI, R. B.; NEVES, J. C. L. (Ed.). **Fertilidade do solo**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007. p. 91-132.

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

DEUNER, C. et al. Rendimento e qualidade de sementes de soja produzidas sob diferentes manejos nutricionais. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 38, n. 3, p. 357-365, 2015.

DOURADO NETO, D. et al. Adubação mineral com cobalto e molibdênio na cultura da soja. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 33, n. 1, 2012.

DUPAS, E. **Nitrogênio, potássio e boro: aspectos produtivos, morfológicos, nutricionais e frações fibrosas e proteicas do capim-tanzânia.** 2012. 89 p. Tese de Doutorado. Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba. 2012.

EGG MENDONÇA, C. V. C. **Caracterização química e enzimática de famílias de feijões obtidas do cruzamento das linhagens Amarelinho e CI – 107.** 2001. 48 p. Dissertação (Mestrado em Agrobioquímica) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2001.

EPSTEIN, E.; BLOOM, A. J. **Mineral nutrition of plants: principles and perspectives.** Londrina: Planta Brasil, 2006. 401p.

FAQUIN, V. **Nutrição mineral de plantas.** Lavras: ESAL/FAEPE, 1994. 227 p.

FATIMA, A. Role of boron in plasma membrane H⁺ ATPase hydrolytic and pumping activity in maize (*Zea mays* L.) **A thesis submitted for the requirement of the doctoral degree.** Justus Liebig University Giessen, Germany, 2013.

FEHR, W. R. et al. Stage of development descriptions for soybeans, *Glycine max* (L.) Merrill. **Crop Science**, Madison, v. 11, n. 6, p. 929-931, nov./dec. 1971.

FERNANDES, M. S. **Nutrição Mineral de Plantas**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2006. 305 p.

FERREIRA, D. F. Sisvar: um guia para seus procedimentos de bootstrap em múltiplas comparações. **Ciênc. Agrotec.**, v. 38, n. 2, p. 109-112, 2014.

FERREIRA, V. F. **Adubação com potássio nas características agronômicas e na qualidade de sementes de soja**. 2015. 105 p. Tese (Doutorado em Agronomia Fitotecnia) - Universidade Federal de Lavras, 2015.

FESSEL, S. A. et al. Teste de condutividade elétrica em sementes de soja armazenadas sob diferentes temperaturas. **Bragantia**, Campinas, v. 69, n. 1, p. 207-214, 2010.

FINOTO, E. L.; CARREGA, W. C.; SEDIYAMA, T.; ALBUQUERQUE, J. A. A.; CECON, P. R.; REIS, M. S. Efeito da aplicação de fungicida sobre caracteres agronômicos e severidade das doenças de final de ciclo na cultura da soja. **Agro@ambiente On-line**, v. 5, n. 1, p. 44-49, 2011.

FORTI, V. A. et al. Avaliação da evolução de danos por “umidade” e redução do vigor em sementes de soja, cultivar TMG113-RR, durante o armazenamento, utilizando imagens de raios X e testes de potencial fisiológico. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 32, n. 3, p. 123-133, 2010.

FRANÇA NETO, J. B.; KRZYZANOWSKI, F. C.; COSTA, N. P. **O teste de tetrazólio em sementes de soja**. Londrina: EMBRAPA-CNPSO, 1998. 72 p.

FRANÇA-NETO, J. D. B.; KRZYZANOWSKI, F. C.; HENNING, A. A.; DE PÁDUA, G. P.; LORINI, I.; HENNING, F. A. **Tecnologia da produção de semente de soja de alta qualidade**. Embrapa Soja- Documentos (INFOTECA-E) v. 20, p. 26-32, 2009.

FREITAS, M. C. M. A Cultura da Soja no Brasil: O crescimento da produção brasileira e o surgimento de uma nova fronteira agrícola. **Enciclopédia Biosfera – Centro Científico Conhecer**, Goiânia-GO, v. 7, n. 12, p. 1-12, 2011.

FURLANI, A. M. C.; TANAKA, R. T.; TARALLO, M.; VERDIAL, M. F.; MASCARENHAS, H. A. A. Exigência a boro em cultivares de soja. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. Campinas, v. 25, n. 4, p. 929-937, 2001.

GLORIA, B. A.; CARMELLO-GUERREIRO, S. M. **Anatomia Vegetal**. 2 ed. Viçosa, MG: UFV, 2006.

GOLDBERG, S.; SUAREZ, D. L. Distinguishing Boron Desorption from Mineral Dissolution in Arid-Zone Soils. **Soil Chemistry**, v. 75, p.1347-1353, 2011.

GOLO, A. L. et al. Qualidade das sementes de soja com a aplicação de diferentes doses de molibdênio e cobalto. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 31, n. 1, p. 40-49, 2009.

GONÇALVES JÚNIOR, A. C.; NACKE, H.; MARENGONI, N. G.; CARVALHO, E. A.; COELHO, G. F. Produtividade e componentes de produção da soja adubada com diferentes doses de fósforo, potássio e zinco. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras-MG, v. 34, n. 3, p. 660-666, 2010.

GONÇALVES, J. M.; SOUZA, E. R. B.; FERNANDES, E. P.; LEANDRO, W.M.; TAVARES, C. J. Eficiência nutricional da soja RR na ausência do glifosato. **Científica**, v. 42, n. 2, p.157-163, 2014.

GOULART, A. C. P. **Fungos em sementes de soja detecção, importância e controle**. Dourados: EMBRAPA, 2005. 72 p.

GRIS, C. F.; VON PINHO, E.V. de R.; ANDRADE, T.; BALDONI, A.; CARVALHO, M. L. M. Qualidade fisiológica e teor de lignina no tegumento de sementes de soja convencional e transgênica RR submetidas a diferentes épocas de colheita. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 34, p. 374-381, 2010.

GRIS, C. F. **Qualidade fisiológica de sementes de soja convencional e RR associada ao conteúdo de lignina**. 2009. 134 p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Lavras, 2009.

GRIS, C. F. et al. Qualidade fisiológica e teor de lignina no tegumento de sementes de soja convencional e transgênica RR submetidas a diferentes épocas de colheita. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 34, n. 2, p. 374-381, 2010.

GUERRA, C. A.; MARCHETTI, M. E.; ROBAINA, A. D.; DE SOUZA, C. F.; GONÇALVES, M. C.; NOVELINO, J. O. - Soybean seed physiological quality in function of phosphorus, molybdenum and cobalt fertilization. **Acta Scientiarum Agronomy**, v. 8, n. 1, p. 91-97, 2006.

GUIMARÃES, R. M. **Fisiologia de sementes**. Lavras: UFLA, 1999.

HENNING, A. A. **Tecnologia da produção de sementes de soja de alta qualidade**. HERRERA-RODRIGUEZ M.B.; GONZALEZ-FONTES A.; REXACH J.; CAMACHO-CRISTOBAL J.J.; MALDONADO J.M.; NAVARRO-GOCHICOA M.T. Role of boron in vascular plants and response mechanisms to boron stresses. **Plant Stress**, Chapter 4, p. 115–122, 2010.

HUNGRIA, M.; MENDES I. C. Nitrogen fixation with soybean: The perfect symbiosis? In: BRUIJN, F.J. de. **Biological nitrogen fixation**. Hoboken: Wiley & Sons, 2015. p. 1009-1024.

HUNGRIA, M.; CAMPO, R.J.; MENDES, I.C. **A importância do processo de fixação biológica do nitrogênio para a cultura da soja**: componente essencial para a competitividade do produto brasileiro. Londrina: Embrapa Soja; Embrapa Cerrados, 2007. 80 p. (Documentos, 283).

HUNGRIA, M.; CAMPO, R.J.; MENDES, I.C.; GRAHAM, P.H. Contribution of biological nitrogen fixation to the N nutrition of grain crops in the tropics: the success of soybean (*Glycine max* (L.) Merr.) in South America. In: SINGH, R.P.; SHANKAR, N.; JAIWAL, P.K. (Ed.). **Nitrogen nutrition and sustainable plant productivity**. Houston: Studium, 2006. p.43-93.

HUNGRIA, M.; FRANCHINI, J.C.; CAMPO, R.J.; GRAHAM, P.H. The importance of nitrogen fixation to soybean cropping in South America. In: WERNER, D.; NEWTON, W.E. (Ed.). *Nitrogen fixation in agriculture: forestry ecology and environment*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 2005. p. 25-42. imagens de raios X e testes de potencial fisiológico. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 32, n. 3, p. 123-133, 2010.

JACOB-NETO, J.; ROSSETO, C.A.V. Concentração de nutrientes nas sementes: o papel do molibdênio. **Revista Floresta e Ambiente**, v. 5, n. 1, p. 171-183, 1998.

KRUEGER, K. et al. Phosphorus and potassium fertilization effects on soybean seed quality and composition. **Crop Science**, v. 53, n. 2, p. 602–610, 2013.

KUTMAN, B. Y.; KUTMAN, U. B.; ÇAKMAK, I. Effects of seed nickel reserves or externally supplied nickel on the growth, nitrogen metabolites and nitrogen use efficiency of urea- or nitrate-fed soybean. **Plant Soil**, v. 376, p. 261-276, 2014.

KRZYŻANOWSKI, F. C.; FRANÇA NETO, J. B.; HENNING, A. A.; COSTA, da N. P. **A semente de soja como tecnologia e base para altas produtividades**. Londrina, PR, abril, 8 p. 2008. (Circular técnica 55).

LACERDA, A. L. S. et al. Armazenamento de sementes de soja dessecadas e avaliação da qualidade fisiológica, bioquímica e sanitária. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 25, n. 2, 2003.

LANTMANN, A. **Custo da adubação**. 2014. Disponível em: <<http://www.projetosojabrasil.com.br/artigo-custo-da-adubacao/>>. Acesso em: 04 jan. 2019.

LEITE, U. T. et al. Influência do conteúdo de molibdênio na qualidade fisiológica da semente de feijão: cultivares Novo Jalo e Meia Noite. **Ceres**, v. 56, n. 2, 2015.

LOPES, J. C.; ALEXANDRE, R. S. Germinação de sementes de espécies florestais. In: CHICHORRO, J. F.; GARCIA, G. de O.; BAUER, M. de O.; CALDEIRA, M. V. W. (Org.). **Tópicos em Ciências Florestais**. 1 ed. Visconde do Rio Branco: Suprema, 2010. v.1. p. 21-56.

MAGUIRE, J. D. Speed of germination-aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. **Crop Science**, Madison, v. 2, n. 2, p. 176-177, 1962.

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

- MALAVOLTA, E.; MORAES, M. F. Fundamentos do nitrogênio e do enxofre na nutrição mineral das plantas cultivadas. In: YAMADA, T.; ABDALLA, S. R. S.; VITTI, G. C. (Ed.). **Nitrogênio e enxofre na agricultura brasileira**. Piracicaba: International Plant Nutrition Institute, 2007. p. 189-249.
- MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C.; OLIVEIRA, S.A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. 2. ed. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1997. 318 p.
- MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. Londrina: Fealq. 2005.
- _____. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. 2. ed. Londrina: Abrates, 2015. 660 p.
- MARCOS FILHO, J. Importância do potencial fisiológico da semente de soja. **Informativo ABRATES**, Londrina, v. 23, n. 1, p. 21-24, 2013.
- MARCOS FILHO, J. Teste de envelhecimento acelerado. In: KRZYZANOWSKI, F. C.; VIEIRA, R. D.; FRANÇA NETO, J. B. (Ed.). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: Abrates, 1999. cap. 3. p. 1-24.
- MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. 3. ed. London: Elsevier, 2012. 643p.
- MARTINS, C. A. O. et al. Atividade da isocitrato-liase durante a germinação de sementes de soja. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 22, n. 1, p. 42-46, 2000.
- MENEZES, M.; PINHO, E. V. de RESENDE; JOSE, S. C. B. R.; BALDONI, A.; MENDES, F. F. Aspectos químicos e estruturais da qualidade fisiológica de sementes de soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 44, n. 12, p. 1716-1723, 2009.
- MENGEL, K.; KIRKBY, E. A. **Principles of plant nutrition**. 5 ed. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 2001. 849 p.
- MESCHEDE D. K.; BRACCINI, A. de L. e; BRACCINI, M. do C. L.; SCAPIM, C. A.; SCHUAB, S. R. P. Rendimento, teor de proteínas nas sementes e características agronômicas das plantas de soja em resposta à adubação foliar e ao tratamento de sementes com molibdênio e cobalto. **Acta Scientiarum Agronomy**, v. 26, n. 2, p. 139-145, 2004.
- MESCHEDE, D. K.; BRACCINI, A. de L.E.; BRACCINI, M. do C.L.; SCAPIM, C.A.; SCHUAB, S.R.P. - Rendimento, teor de proteínas nas sementes e características agronômicas das plantas de soja em resposta à adubação foliar e ao tratamento de sementes com molibdênio e cobalto. **Acta Scientiarum Agronomy**, v. 26, n. 2, p. 139-145, 2004.
- MORAES, L.M.F.; LANA, R.M.Q.; MENDES, C.; MENDES, E.; MONTEIRO, A.; ALVES, J.F. Redistribuição de molibdênio aplicado via foliar em diferentes épocas na cultura da soja. **Ciência Agrotecnologia**. Lavras, v. 32, n. 5, p. 1496-1502, 2008.
- MOREIRA, G. C.; SPERGER, T.; SPERGER, A. S.; PALAGI, C. A. Influência da lignina na germinação de sementes de soja. **Cultivando o Saber**, v. 5, n. 2. p.175-182, 2012.

NAKAGAWA, J. Testes de vigor baseados no desempenho das plântulas. In: KRZYZANOWSKI, F. C.; VIEIRA, R. D.; FRANÇA-NETO, J. B. **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: Abrates, 1999. cap. 2, p. 9-13.

NAKAO, A. H. et al. Aplicação foliar de molibdênio em soja: efeitos na produtividade e qualidade fisiológica da semente. **Enciclopédia Biosfera**, v. 10, p. 343-352, 2014.

NASCIMENTO, R. do et al. Crescimento e teores de clorofila e carotenóides em três cultivares de soja em função da adubação com magnésio. [Effects of magnesium fertilization on growth, chlorophyll and carotenoid levels of three soybean cultivars]. **Revista ceres**, v. 56, n. 3, p. 364-369, may./jun. 2009.

NASCIMENTO, R. do; DEUNER, S.; FERREIRA, L. S.; BADINELLI, P. G.; KERBER, R. S. Crescimento e teores de clorofila e carotenóides em três cultivares de soja em função da adubação com magnésio. **Revista Ceres**, v. 56, n. 3, p. 364-369, 2009.

NEERGAARD, P. **Seed pathology**. 2. ed. London: MacMillan, 1979. v. 1. 839 p.

NOGUEIRA, P. D. M.; SENA JÚNIOR, D. G.; RAGAGNIN, V. A. Clorofila foliar e nodulação em soja adubada com nitrogênio em cobertura. **Global Science and Technology**, v. 3, n. 2, p. 117-124, 2010.

NOVAIS, R. F.; ALVAREZ, V. H. V.; BARROS, N. F.; FONTES, R. L. F.; CANTARUTTI, R. B.; NEVES, J. C. L. Fertilidade do solo. 1. ed. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007. 741 p.

OBANDO-FLOR, E. P.; CICERO, S. M.; FRANÇA NETO, J. B.; KRZYZANOWSKI, F. C. Avaliação de danos mecânicos em sementes de soja por meio da análise de imagem. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 26, n. 1, p. 68-76, 2004.

OLIVEIRA, C. et al. Produção de sementes de soja enriquecidas com molibdênio. **Ceres**, v. 64, n. 3, 2017.

OLIVEIRA, F.A. de; SFREDO, G.J.; CASTRO, C. de; KLEPKER, D. **Fertilidade do solo e nutrição da soja**. (Circular técnica 50). Londrina: Embrapa, set. 2007. 8 p.

PANOBIANCO, M. **Variação na condutividade elétrica de sementes de diferentes genótipos de soja e relação com o conteúdo de lignina no tegumento**. 1997. 59 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 1997.

PANOBIANCO, M.; VIEIRA, R.D.; KRZYZANOWSKI, F.C.; FRANÇA NETO, J.B. Electrical conductivity of soybean seed and correlation with seed coat lignin content. **Seed Science and Technology**, v. 27, n. 3, p. 945-949, 1999.

PANSERA, M. R. et al. Composição química e atividade in vitro de óleos essenciais sobre a mancha púrpura da soja. **Revista Interdisciplinar de Ciência Aplicada**, v. 2, n. 4, p. 12-16, 2017.

PELÚZIO, J. M. et al. Comportamento de cultivares de soja sob condições de várzea irrigada no sul do Estado do Tocantins, entressafra 2005. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 24, n. 1, p. 75-80, 2008.

PEREIRA, C. S. et al. Doses de potássio com a presença de enxofre na cultura da soja. **Global Science and Technology**, v. 9, n. 1, 2016.

PEREIRA, F. E. C. B.; TORRES, S. B.; SILVA, M. I. de. L.; GRANGEIRO, L. C.; BENEDITO, C. P. Qualidade fisiológica de sementes de pimenta em função da idade e do tempo de repouso pós-colheita dos frutos. **Revista Ciência Agronômica**, v. 45, n. 4, p. 737-744, 2014.

PEREIRA, L. B.; ARF, O.; SANTOS, N. C. B dos.; OLIVEIRA, A. E. Z de.; KOMURO, L. K. Manejo da adubação na cultura do feijão em sistema de produção orgânico. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 45, n. 1, p. 29-38, 2015.

PESKE, F.B.; BAUDET, L.L; PESKE, S.T. - Produtividade de plantas de soja provenientes de sementes tratadas com fósforo. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 31, n. 1, p. 95-101, 2009.

PESKE, S. T.; PEREIRA, L. A. G. Tegumento da semente de soja. **Tecnologia de Sementes**, Pelotas, v. 6, n. 1/2, p. 23-34, jun. 1983.

PESSOA, A.C.S. et al. Concentração e acumulação de nitrogênio, fósforo e potássio pelo feijoeiro cultivado sob diferentes níveis de irrigação. **Cienc. Rural**, Santa Maria, v. 16, n. 1, p. 69-74, 1996.

PICCININ, G.G.; DAN, L.G.M.; RICCI, T.T.; BRACCINI, A.L.; BARBOSA, M.C.; MOREANO, T.B.; NETO, A.H.; BAZO, G.L. Relação entre o tamanho e a qualidade fisiológica e sanitária de sementes de soja. **Revista Agrarian**, v. 5, n. 15, p. 20-28, 2012.

PIEKIELEK, W.P.; FOX, R.H. Use of a chlorophyll meter to predict sidedress nitrogen requirements for maize. **Agronomy Journal**, 84:59-65, 1992.

POSSENTI, J. C.; VILLELA, F. A. Efeito do molibdênio aplicado via foliar e via sementes sobre o potencial fisiológico e produtividade de sementes de soja. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 32, n. 4, p. 143-150, 2010.

PRADO, R. M. **Nutrição de plantas**. São Paulo: UNESP, 2008.

RAIJ, B. V. **Fertilidade do solo e manejo de nutrientes**. Piracicaba-SP: International Plant Nutrition Institute, 2011. 420 p.

REZENDE, P. M. de; CARVALHO, E. R.; SANTOS, J. P.; ANDRADE, M. J. B. de; ALCANTARA, H. P. de. Enxofre aplicado via foliar na cultura da soja [*Glycine max* (L.) Merrill]. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 33, n. 5, p. 1255-1259, set./out., 2009.

RHEINHEIMER, D. S. et al. Resposta de culturas à aplicação de enxofre e a teores de sulfato num solo de textura arenosa sob plantio direto. **Ciência Rural**, v. 35, n. 3, p. 562-569, 2005.

RIBEIRO, A. C.; GUIMARÃES, P. T. G.; ALVAREZ, V. H. **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizante em Minas Gerais: 5ª aproximação**. Viçosa: CFSEMG, 1999. 359 p.

RODRIGUES, J. A. P. O desafio de manter o ambiente de negócios moderno e seguro para novos investimentos. **Anuário ABRASEM**. 2015.

ROSOLEM, C. A.; BOARETTO, A. E. A adubação foliar em soja. In: BOARETTO, A. E.; ROSOLEM, C. A. **Adubação foliar**, Campinas, SP: Fundação Cargill, p. 500, 1989.

ROSOLEM, C.A.; BÍSCARO, T. Adsorção e lixiviação de boro em Latossolo Vermelho-Amarelo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília. v. 42, p. 1473-1478, 2007.

SÁ, M.E. Importância da adubação na qualidade de sementes. In: SÁ, M.E.; BUZZETI, S. (Coord.). **Importância da adubação na qualidade dos produtos agrícolas**. São Paulo: Ícone, 1994. p. 65-98.

SANCHES, M. F. G. **Local de produção, armazenamento e qualidade de sementes de soja**. (2015), 45 p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2015.

SARMENTO, M. B; SILVA, C. S. **Temas especiais em ciência e tecnologia de sementes**. SARMENTO, M. B.; SILVA, C. S.; VILLELA F. A. (Ed.). Pelotas: Dos autores, 2010. 410 p.

SHENG, O.; SONG, S. W.; PENG S.; DENG, X. X. The effects of low boron on growth gas exchange, boron concentration and distribution of 'Newhall' navel orange *Citrus sinensis* Osb. plants grafted on two rootstocks. **Science Horticulture**, v.121, p. 278–283, 2009.

SILVA, A. F. da; SCHONINGER, E. L.; MONTEIRO, S.; CAIONE, G.; CARVALHO, M. A. C. de; DALCHIAVON, F. C.; NOETZOLD, R. Inoculação com bradyrhizobium e formas de aplicação de cobalto e molibdênio na cultura da soja, **Revista Agrarian**, v. 4, n. 12, p. 98 - 104, 2011.

SILVA, D. J. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos**. Viçosa, MG: UFV, 1981. 166 p.

SILVA, D.J.; VENEGAS, V.H.A.; RUIZ, H.A.; SANT'ANNA, R. Translocação e redistribuição de enxofre em plantas de milho e de soja. **Pesquisa agropecuária brasileira**, Brasília, v. 38, n. 6, p. 715-721, 2003.

SILVA, M. A. D. da; VIEIRA, R. D. Influência do envelhecimento acelerado na anatomia da testa de sementes de soja, cv. Monsoy 8400. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 30, n. 2, p. 91-99, 2008.

SMEAL, D.; ZHANG, H. Chlorophyll meter evaluation for nitrogen management in corn. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, v. 25, p.1495-1503, 1994.

SUZANA, C.S. et al. Influência da adubação foliar sobre a qualidade fisiológica das sementes de soja armazenadas. **Enciclopédia Biosfera**, v. 8, n. 15, p. 2385-2392, 2012.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. Porto Alegre: Artmed, 2013, 918 p.

TAVARES, L. C. et al. Physiological performance of wheat seeds coated with micronutrientes. **Journal of Seed Science**, v. 35, n. 1, p. 28-34, 2013.

TIECHER, T.; SANTOS, D. R.; RASCHE, J. W. A.; BRUNETTO, G.; MALLMAN, F. J. K.; PICCIN, R. Resposta de culturas e disponibilidade de enxofre em solos com diferentes teores de argila e matéria orgânica submetidos à adubação sulfatada. **Bragantina**, Campinas, v. 71, n.4, p.518-527, 2012.

TRAUTMANN, R. R.; LANA, M. C.; GUIMARÃES, V. F.; GONÇALVES JR, A. C.; STEINER, F. Potencial de água do solo e adubação com boro no crescimento e absorção do nutriente pela cultura da soja. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 38, p. 240-251, 2014.

TUNES, L.M.; PEDROSO, D.C.; TAVARES, L.C.; BARBIERI, A.P.P.; BARROS, A.C.S.A.; MUNIZ, M.F.B. Tratamento de sementes de trigo com zinco: armazenabilidade, componentes do rendimento e teor do elemento nas sementes. **Ciência Rural**, v. 42, n. 7, p. 1141-1146, 2012.

VARGAS, M. A. T.; HUNGRIA, M. **Biologia dos solos dos cerrados**. Planaltina: Embrapa, 1997. 524p.

VEIGA, A. D. et al. Influência do potássio e da calagem na composição química, qualidade fisiológica e na atividade enzimática de sementes de soja. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 34, n. 4, p. 953-960, jul./ago. 2010.

VIDOR, C.; PERES, J. R. R. **Nutrição das plantas com molibdênio e cobalto**. Londrina: EMBRAPA, 1988. p.179-204.

VIEIRA, B. G. T. L. et al. Biochemical alterations in soybean seeds with harvesting time and storage temperature. **International Journal of Food, Agriculture and Environment**, Jaipur, v. 11, n. 3/4, p. 887-891, july/oct. 2013.

VIEIRA, R. D. Teste de condutividade elétrica. In: VIEIRA, R.D.; CARVALHO, N. M. (Ed.). **Testes de vigor em sementes**. Jaboticabal: Funep, 1994. p. 103-132.

VITTI, G. C.; TREVISAN, W. **Manejo de macro e micronutrientes para alta produtividade da soja**. Potafos. Informações Agronômicas nº 90, jun./2000. 16 p.

WARAICH, E. A; AMAD, R.; ASHRAF, M. Y.; SAIFULLAH, A. M. Improving agricultural water use efficiency by nutrient management. **Acta Agri Scandi – Soil & Plant Science**, v. 61, n. 4, p. 291-304, 2011.

WILL, S. et al. Absorption and mobility of foliar-applied boron in soybean as affected by plant boron status and application as a polyol complex. **Plant and soil**, v. 344, n. 1-2, p. 283-293, 2011.

ZAMBIAZZI, E. V. et al. Potassium fertilization and physiological soybean seed quality. **Agricultural Sciences**, v. 5, n. 11, p. 984, 2014.

ZUFFO, A. M. et al. Physiological and enzymatic changes in soybean seeds submitted to harvest delay. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 47, n. 4, p. 488-496, 2017.

ZUFFO, A. M. et al. Quality of soybean seeds in response to nitrogen fertilization and inoculation with *Bradyrhizobium japonicum* 1. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 48, n. 3, p. 261-270, 2018.

ANEXOS

Tabela 1A- Resumo da Análise de Variância dos resultados de altura de plantas (alt), inserção do primeiro legume (Inser), diâmetro do caule (Diâm), comprimento do maior ramo (Compr), número de ramificações (ramif), número de vagens por plantas (NVP), número de sementes por vagem (NSV), produção por planta (prod por planta) e produtividade (produt) de cultivares de sojas oriundas da adubação no plantio com enxofre, boro e magnésio e tratamento de sementes com molibdênio, cobalto e níquel.

Fonte de Variação	GL	QM								
		Alt	Inser	Diâm	Compr	Ramif	NVP	NSV	Prod por planta	Produt
MONSOY 6410 IPRO										
Produtos	3	15,56	21,07	1,51	17,15	1,26	159,22	0,008	9,2	13932,2
Tratamento de Sementes	1	65,83	2,59	1,12	10,12	0,3	125,61	0,02	9,5	49931,95
Blocos	3	64,37	6,99	0,34	71,88	0,88	232,13	0,02	28,32	1778885,38*
P X TS	3	1,08	1,58	0,3	17,6	0,13	151,06	0,001	6,64	148408,48
CV		9,08	33,33	23,77	17,87	11,08	22,47	3,5	23,76	10,4
Média Geral		64,89	13,04	6,86	36,62	6,03	48,57	2,47	16,47	3685,34
TMG 7062 IPRO										
Produtos	3	21,28	11,1	0,18	9,64	0,28	41,17	0,001	4,41	301905,92
Tratamento de Sementes	1	17,55	1,01	0,7	11,52	0,5	0,36	0	17,02	53063,04
Blocos	3	187,16*	30,81	0,23	7,37	0,43	56,64	0,0008	6,07	140740,87*
P X TS	3	29,46	9,69	1,1	176,8	0,96	96,07	0,02	26,62	69277,52
CV		8,71	16,88	11,49	30,3	21,42	34,94	4,09	32,71	18,77
Média Geral		71,2	21,34	7,42	23,69	4,24	27,01	2,34	11,71	3502,33

*Significativo a 5% de probabilidade, pelo teste F ($p < 0,05$)

Fonte: Da autora (2019).

Tabela 2A – Resumo da Análise de Variância para os resultados de classificação de sementes através da retenção nas peneiras 5; 5,5; 6; 6,5 e 7 de cultivares de sojas oriundas da adubação no plantio com enxofre, boro e magnésio e tratamento de sementes com molibdênio, cobalto e níquel.

Fonte de Variação	GL	QM					
		5	5,5	6	6,5	7	T Clor
MONSOY 6410 IPRO							
Produtos	3	8,63	4,15	27,51	3,84		1578,86
Tratamento de Sementes	1	0,26	0,002	4,42	2,71		297,07
Blocos	3	114	111,87	232,39	28,06		380,55
P X TS	3	108,1	25,43	140,28	14,19		1205,4
CV		36,75	14	26,13	76,1		12,51
Média Geral		15,4	46,87	33,11	4,62		438,84
TMG 7062 IPRO							
P	3		197,59*	217,19	58,21	448,62	1822,47*
TS	1		82,56	140,28	3,12	371,28	2354,69
Blocos	3		60,41	152,28	29,79	309,2	1031,41
P X TS	3		48,46	110,11	197,7	68,85	3088,74
CV			48,11	23,13	21,24	54,57	5,37
Média Geral			11,84	27,72	40,44	19,84	441,32

*Significativo a 5% de probabilidade, pelo teste F ($p < 0,05$).

Fonte: Da autora (2019).

Tabela 3A- Resumo da Análise de Variância dos resultados de diagnose foliar, nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (k), cálcio (Ca), magnésio (Mg), enxofre (S), boro (B), cobre (Cu), ferro (Fe), manganês (Mn) e zinco (Zn) de cultivares de soja oriundas da adubação no plantio com enxofre, boro e magnésio e tratamento de sementes com molibdênio, cobalto e níquel.

Fonte de Variação	GL	QM										
		N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cobre	Fe	Mang	Zinco
MONSOY 6410 IPRO												
Produtos	3	7,58	0,08	0,27	1,25	0,02	0,15	21,25	1,25	207,05	44,73	16,63
Tratamento de Sementes	1	11,88	0,005	5,69	0,75	0,02	0,09	7,41	0,03	59,4	98,7	0,63
Blocos	3	40,88	0,027	17,3	0,5	0,21	0,08	20,73	8,11	89,96	165,65	9,58
P X TS	3	2,44	0,02	13,45	0,94	0,29	0,29	5,75	0,53	135,07	18,99	56,52
CV		13,77	17,88	15,76	9,81	15,24	21,42	16,69	27,11	16,83	25,54	15,73
Média Geral		45,59	1,62	14,98	7,36	2,46	2,5	24,15	5,81	73,19	25,9	30,1
TMG 7062 IPRO												
Produtos	3	28,7	0,06	3,39	0,6	0,15	0,17	11,64	0,26	253,58	3,38	23,21
Tratamento de Sementes	1	56,44	0,003	9,21	0,19	0,29	0,08	9,61	0,005	0,001	2,64	10,78
Blocos	3	40,49	0,03	17,88*	0,25	0,07	0,35	21,72	2,31	295,78	58,73*	47,79
P X TS	3	106,62	0,06	2,98	0,38	0,11	0,23	9,68	1,48	473,43	17,2	14,93
CV		14,68	11,38	13,33	10,53	12,05	20,22	12,77	19,93	19,95	12,79	13,71
Média Geral		44,95	1,61	15,57	7,06	2,47	2,61	23,95	6,18	82,55	28,42	31,74

*Significativo a 5% de probabilidade, pelo teste F ($p < 0,05$).

Fonte: Da autora (2019).

Tabela 4A – Resumo da Análise de Variância para os resultados de envelhecimento acelerado (EA), germinação (%G), índice de velocidade de emergência (IVE), condutividade elétrica (CE), emergência (%EM), peso de mil sementes (PMS), massa do tegumento (Teg) e lignina de cultivares de soja oriundas da adubação no plantio com enxofre, boro e magnésio e tratamento de sementes com molibdênio, cobalto e níquel.

Fonte de Variação	GL	QM							
		EA	%G	IVE	CE	%EM	PMS	Teg	Lignina
MONSOY 6410 IPRO									
Produtos	3	73,7	0,11	0,008	170,6*	4,47	30,42	0,0002	0,351
Tratamento de Sementes	1	60,5	0,28	0,27	0,11	30,03	102,78	0,0002	0,054
Blocos	3	67,2	0,03	0,4	59,38	9,36	92,39	0,0006	0,136
P X TS	3	79,08	0,44	0,14	18,01	11,11	168,03	0,001	0,103
CV		9,09	0,66	1,54	11,84	3,18	5,75	6,03	49,14
Média Geral		96,69	99,6563	24,47	50,86	97,96	143,47	0,48	0,874
TMG 7062 IPRO									
Produtos	3	4,53*	0,54	0,58	101,35	19,37	1,21	0,0002	0,137
Tratamento de Sementes	1	0,78	0,5	0,51	1,47	45,12	2	0,00005	0,0003
Blocos	3	1,44	1,12	0,89	39,89	71,37*	0,54	0,003	0,224
P X TS	3	1,03	0,75	0,07	14,4	0,71	0,58	0,0003	0,101
CV		0,87	0,76	2,11	20,61	4,41	0,9	4,77	35,16
Média Geral		99,66	99,56	24,22	44,02	95,69	99,56	0,63	0,992

*Significativo a 5% de probabilidade, pelo teste F ($p < 0,05$).

Fonte: Da autora (2019).

Tabela 5A – Resumo da Análise de Variância para os resultados do teste de tetrazólio, vigorosas (VG 1-3), viáveis (V 1-5), não viáveis (NV 6-8), percevejos (P 1-3) (P 4-5) (P 6-8), umidade (U 1-3) e sanidade para os fungos *Aspergillus spp* (Asperg), *Cladosporium* (Cladosp), *Cercospora kikuchii* (C. Kikuchii), *Fusarium spp* (Fusarium) *Phomopsis* de cultivares de sojas oriundas da adubação no plantio com enxofre, boro e magnésio e tratamento de sementes com molibdênio, cobalto e níquel. (continua...)

Fonte de Variação	GL	QM											
		VG 1-		NV 6-			C.						
		3	V 1-5	8	P 1-3	P 4-5	P 6-8	U 1-3	Asperg	Cladosp	Kikuchi	Fusarium	Phomopsis
MONSOY 6410 IPRO													
Produtos	3	9,11	0,71	1,87	1,53	3,78	0,08	105,42	138,75	151,11	81,37*	105,04	101,86
Tratamento de													
Sementes	1	0,03	1,12	0,12	2,53	0,03	0,5	50	325,12	442,53	8	288	13,78
Blocos	3	9,11	1,54	0,71	2,95	2,53	0,91	33,75	403,16	223,03	26,04	389,87	21,28
P X TS	3	0,36	0,54	0,37	0,11	0,86	0,41	91,58	120,37	631,45	30,08	87,25	26,36
CV		2,25	0,89	159,36	70,68	111,44	151,19	49,68	221,63	37,31	33,81	53,7	150,43
Média Geral		97,16	99,44	0,56	3,09	1,84	0,37	18,5	6,5	51,47	11,19	25,81	4,09
TMG 7062 IPRO													
Produtos	3	9,75	0,71	0,7	1,11	1,95	3,86	12,83	4,2	602,20*	14,36	77,08	5,58
Tratamento de													
Sementes	1	6,12	6,12	5,28	0,03	0,03	16,53	1,12	0	1,12	2,53	231,12	1,12
Blocos	3	20,08*	4,21	3,78	2,45	4,95	1,11	42,58	9,2	19,37	13,44	249,08	7,08
P X TS	3	10,21	2,04	1,78	0,61	4,78	1,61	201,46	2,58	130,87	0,11	115,2	6,21
CV		2,51	1,69	150,98	78,35	97,32	215,11	23,88	68,63	36,31	63,9	44,52	131,95

Tabela 5A – Resumo da Análise de Variância para os resultados do teste de tetrazólio, vigorosas (VG 1-3), viáveis (V 1-5), não viáveis (NV 6-8), percevejos (P 1-3) (P 4-5) (P 6-8), umidade (U 1-3) e sanidade para os fungos *Aspergillus spp* (Asperg), *Cladosporium* (Cladosp), *Cercospora kikuchii* (C. Kikuchii), *Fusarium spp* (Fusarium) *Phomopsis* de cultivares de sojas oriundas da adubação no plantio com enxofre, boro e magnésio e tratamento de sementes com molibdênio, cobalto e níquel. (conclusão)

Fonte de Variação	GL	QM											
		VG 1-3	V 1-5	NV 6-8	P 1-3	P 4-5	P 6-8	U 1-3	Asperg	Cladosp	C. Kikuchi	Fusarium	Phomopsis
Média Geral		96,75	98,94	1,03	1,78	1,47	1,16	33,75	4,56	36,94	4,9	25,87	2

*Significativo a 5% de probabilidade, pelo teste F (p<0,05).

Fonte: Da autora (2019).

Tabela 6A – Resumo da Análise de Variância dos resultados de composição química, óleo, cinzas, proteínas, carboidratos não estruturais (CNE), níquel (Ni), molibdênio (Mo), nitrogênio (N), enxofre (S), magnésio (Mg) e boro (B) de cultivares de soja oriundas da adubação no plantio com enxofre, boro e magnésio e tratamento de sementes com molibdênio, cobalto e níquel.

Fonte de Variação	GL	QM									
		oleo	cinzas	Proteínas	CNE	Ni	Mo	N	S	Mg	B
MONSOY 6410 IPRO											
Produtos	3	0,53	0,005	0,11	0,128	0,04	2,09*	0,27	0,08*	0,06	63,71*
Tratamento de Sementes	1	0,01	0,007	2,73	0,1	0,001	36,34	7,03	0,005*	0	3,65
Blocos	3	1,28	0,21	0,92	0,16	0,26	0,5	2,35	0,02	0,04	120,86
P X TS	3	0,16	0,01	0,58	0,23	0,02	1,77	1,49	0,006	0,0007	39,67
CV		3,5	2,59	3,8	2,46	31,61	32,28	3,8	4,9	2,59	15,11
Média Geral		18,06	9,67	30,37	16,35	0,81	2,54	48,59	2,41	2,17	28,79
TMG 7062 IPRO											
P	3	2,64*	0,03	0,77	0,1	0,03	0,91*	1,97	0,01	0,002	12,84
TS	1	0,42	0,01	0,04	0,02	0,0003	27,01*	0,09	0,02	0,0003	1,33
Blocos	3	0,97	0,34	4,03	0,2	0,21	0,54	10,3	0,12	0,07	54
P X TS	3	0,31	0,1	1,49	0,04	0,02	0,08	3,81	0,08*	0,005	1,37
CV		4,31	2,12	3,23	2,77	19,88	21,39	3,24	6,41	3,85	11,71
Média Geral		18,61	9,24	30,52	16,81	0,83	2,4	48,82	2,43	2,09	26,98

*Significativo a 5% de probabilidade, pelo teste F (p<0,05).

Fonte: Da autora (2019).

Tabela 7A – Resumo da Análise de Variância para os resultados de números de nódulos, massa dos nódulos e massa da parte aérea.

Fonte de Variação	GL	QM		
		Número de Nódulos	Massa dos Nódulos	Massa da Parte Aérea
MONSOY 6410 IPRO				
Produtos (P)	3	1490,28	0,1	11,71*
Tratamento de Sementes (TS)	1	850,78	0,003	0,09
Blocos	3	1231,61	0,31	4,64
P X TS	3	279,36	0,03	0,35
CV		24,53	34,13	21,38
Média Geral		93,28	0,61	6,61
TMG 7062 IPRO				
Produtos (P)	3	233,54	0,03	0,26
Tratamento de Sementes (TS)	1	5202*	0,009	3,06
Blocos	3	1630,79	0,5	17,89
P X TS	3	823,08	0,02	0,98
CV		26,24	27,64	21,14
Média Geral		78,18	0,58	6,56

*Significativo a 5% de probabilidade, pelo teste F ($p < 0,05$).

Fonte: Da autora (2019).