



VALQUÍRIA DE FÁTIMA FERREIRA

**ADUBAÇÃO COM POTÁSSIO NAS
CARACTERÍSTICAS AGRONÔMICAS E NA
QUALIDADE DE SEMENTES DE SOJA**

**LAVRAS - MG
2015**

VALQUÍRIA DE FÁTIMA FERREIRA

**ADUBAÇÃO COM POTÁSSIO NAS CARACTERÍSTICAS
AGRONÔMICAS E NA QUALIDADE DE SEMENTES DE SOJA**

Tese 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 Doutor.

Orientador
Dr. João Almir Oliveira

**LAVRAS – MG
2015**

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

Ferreira, Valquíria de Fátima.

Adubação com potássio nas características agronômicas e na
qualidade de sementes de soja / Valquíria de Fátima Ferreira. –
Lavras : UFLA, 2015.

105 p. : il.

Tese(doutorado) – Universidade Federal de Lavras, 2015.

Orientador(a): João Almir Oliveira.

Bibliografia.

1. *Glycine max*. 2. Adubação. 3. Vigor. 4. Produção de
sementes. I. Universidade Federal de Lavras. II. Título.

VALQUÍRIA DE FÁTIMA FERREIRA

**ADUBAÇÃO COM POTÁSSIO NAS CARACTERÍSTICAS
AGRONÔMICAS E NA QUALIDADE DE SEMENTES DE SOJA**

Tese 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 Doutor.

APROVADA em 03 de Agosto de 2015

Dr. André Delly Veiga	IFSMG
Dr. José Márcio Rocha Faria	UFLA
Dr. Antônio Rodrigues Vieira	EPAMIG
Dr. Renato Mendes Guimarães	UFLA

Orientador
Dr. João Almir Oliveira

**LAVRAS - MG
2015**

Deus, minha fortaleza e Nossa Senhora Aparecida...

DEDICO

AGRADECIMENTOS

À Deus, por me dar forças e nunca me deixar desistir dos meus objetivos, pelas graças recebidas na jornada até aqui e por permitir mais essa vitória.

Aos meus pais, Iraí e Lenira por serem exemplo, incentivo e pelo seu amor incondicional.

Às minhas irmãs Leidiane, Thaís e meu cunhado Danilo pela presença, apoio e credibilidade.

À meus lindos e amados sobrinhos, Júlia Helena e Luís Eduardo que são a alegria das nossas vidas.

Família é a base forte que nos sustenta nas tempestades da vida e a minha, é a razão do meu viver!

À meu namorado, Denilson pela amizade, amor, carinho e apoio.

À Universidade Federal de Lavras (UFLA) e ao Departamento de Agricultura (DAG), pela oportunidade de realização do Doutorado.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes) pela concessão da bolsa de Doutorado.

À empresa Syngenta, pela parceria na realização desta pesquisa.

À meu querido orientador, Dr. João Almir Oliveira, pela amizade, incentivo e disponibilidade de sempre.

Aos demais professores e pesquisadores do setor de Sementes (UFLA), pelos ensinamentos e amizade.

Aos membros da banca examinadora pelas contribuições para este trabalho.

À secretária da pós-graduação, aos funcionários do Laboratório de Sementes, estagiários e bolsistas, pela convivência e por toda a ajuda.

À “Turma do João,” Thaís, Denilson, Rafaela, Cassiano, Vinicinho, Léo, Renato, Laís, André, José Igor, Denis, pela enorme ajuda na execução deste trabalho. Sem vocês seria mais difícil.

À todos meus queridos amigos, presentes ou distantes, que torceram por mim.

À todos aqueles que contribuíram de alguma forma, para a realização deste trabalho.

MUITO OBRIGADA!

RESUMO

A disponibilidade de nutrientes para as plantas produtoras de sementes pode influenciar na sua produção e qualidade, sendo verificados diferentes respostas e efeitos da adubação potássica no desenvolvimento da cultura. Assim, objetivou-se determinar os efeitos da adubação potássica no sulco, a lanço e em cobertura no estabelecimento da cultura da soja e sua consequência no processo produtivo e na qualidade das sementes produzidas. Para a realização do trabalho foram utilizadas quatro cultivares de soja da empresa Syngenta, SYN 1379 IPRO, SYN 1263 RR, SYN 1279 RR e uma delas não comercial (NC IPRO). Realizou-se dois ensaios, sendo um em casa de vegetação em Lavras – MG e um, em campo em Lucas do Rio Verde – MT. Utilizou-se diferentes tipos de adubação potássica, em casa de vegetação foram: 1 – Dose recomendada no sulco, 2 – Dobro da dose recomendada no sulco, 3 – Dose recomendada a lanço, 4 – Dose recomendada em cobertura, 5 – controle sem adubação potássica. Já no experimento em campo além das adubações feitas em casa de vegetação utilizou-se também o dobro da dose a lanço e o dobro da dose recomendada de potássio em cobertura. O trabalho em casa de vegetação foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial 4x5 (cultivares x métodos de adubação potássica) com 3 repetições. No campo, o esquema fatorial utilizado foi em blocos casualizados em esquema fatorial 4x7 (cultivares x métodos de adubação potássica) com 4 repetições. Foram realizadas avaliações de altura de plantas, inserção do 1º legume, número de legumes/planta, massa seca de raiz e parte aérea, e produtividade. Para avaliar a qualidade fisiológica das sementes foram realizados os seguintes testes: primeira contagem de germinação, germinação, emergência, índice de velocidade de emergência, condutividade elétrica e lixiviação de potássio (apenas casa de vegetação). A influência da adubação potássica na qualidade fisiológica das sementes de soja e nas características agrônômicas das plantas varia de acordo com o genótipo. A utilização da adubação potássica a lanço, considerando a dose recomenda ou dobro da dose, proporciona maior enraizamento e altura das plantas a campo, sendo este reflexo observado também nos maiores valores de produtividade para estes tratamentos. As enzimas malato desidrogenase, álcool desidrogenase e esterase foram eficientes em detectar diferenças quanto à utilização da adubação potássica em sementes de soja. A adubação potássica não influencia na qualidade fisiológica das sementes de soja durante o armazenamento. A qualidade sanitária das sementes de soja está diretamente relacionada ao genótipo e a adubação potássica não interfere na mesma.

Palavras chave: *Glycine max*. Adubação. Vigor. Produção de sementes.

ABSTRACT

The availability of nutrients for plants producing seeds may influence the production and quality, different responses and effects of potassium fertilization in the development of the culture were found. Thus, this study aimed to determine the effects of potassium fertilization in the groove, thrown on top of the soil, onto soil cover in the soybean crop establishment and its consequence in the production process and seed quality. To conduct the study, four soybean cultivars of Syngenta were used, 1379 IPRO SYN, SYN 1263 RR, SYN 1279 RR and a noncommercial cultivar (NC IPRO). It was conducted two trials, one in greenhouse in Lavras - MG, and the other one in a field in Lucas do Rio Verde - MT. Different types of potassium fertilization were used under greenhouse conditions: 1 - Recommended dosage in the groove, 2 - Twice the recommended dosage in the groove, 3 - Recommended dosage for fertilizer thrown on top of soil 4 - Recommended dosage for coverage, 5 - Control without potassium fertilizer. In the experiment in the field beyond the fertilization done in the greenhouse was also used the double of the dose thrown on top of the soil and the double of recommended dose for potassium in coverage. The study in greenhouse was conducted in a completely randomized design in a factorial 4x5 (cultivars x potassium fertilization methods) with three replications. In the field the factorial design was randomized blocks in a factorial 4x7 (cultivars x potassium fertilization methods) with 4 replications. Evaluations of plant height, first legume insertion, number of pods/ plant, dry matter of root and shoot and productivity were carried out. To evaluate the physiological quality of seeds the following tests were performed: first count of germination, germination, emergency, emergency speed index, electrical conductivity and potassium leaching (only greenhouse). The influence of potassium fertilization on physiological quality of soybean seeds and the agronomic characteristics of the plants varies according to genotype. The use of potassium fertilizer thrown on top of the soil considering the recommended dose or double the dosage provides greater rooting and plant height in the field, greatest yields for these treatments were also observed. The malate dehydrogenase enzyme, alcohol dehydrogenase and esterase were efficient to detect differences in the use of potassium fertilization in soybean seeds. Potassium fertilization does not affect the physiological quality of soybean seeds during storage. The sanitary quality of soybean seeds is directly related to genotype and potassium fertilization does not interfere in it.

Key words: *Glycine max*. Fertilization. Vigor. Seed production.

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1 Zimograma com os padrões enzimáticos de sementes de quatro cultivares de soja produzidas em diferentes métodos de adubação com potássio, desenvolvidas em casa de vegetação, revelados para Malato Desidrogenase (MDH). Sendo: 1 (Dose recomendada de K no sulco- DRS), 2 (Dobro da dose recomendada de K no sulco- 2xDRS), 3 (Dose recomendada de K a lanço-DRL), 4 (Dose recomendada de K em cobertura-DRC) e 5 (Testemunha - sem aplicação de K - TEST).....52
- Figura 2 Zimograma com os padrões enzimáticos de sementes de quatro cultivares de soja produzidas em diferentes métodos de adubação com potássio, desenvolvidas em casa de vegetação, revelados para Álcool Desidrogenase (ADH). Sendo: 1 (Dose recomendada de K no sulco - DRS), 2 (Dobro da dose recomendada de K no sulco-2xDRS), 3 (Dose recomendada de K a lanço-DRL), 4 (Dose recomendada de K em cobertura-DRC) e 5 (Testemunha - sem aplicação de K -TEST).....53
- Figura 3 Zimograma com os padrões enzimáticos de sementes de quatro cultivares de soja produzidas em diferentes métodos de adubação com potássio, desenvolvidas em casa de vegetação, revelados para esterase (EST). Sendo: 1 (Dose recomendada de K no sulco -DRS), 2 (Dobro da dose recomendada de K no sulco-2xDRS), 3 (Dose recomendada de K a lanço-DRL), 4 (Dose recomendada de K em cobertura-DRC) e 5 (Testemunha - sem aplicação de K - TEST).....54
- Figura 4 Zimograma com os padrões enzimáticos de sementes de quatro cultivares de soja produzidas em diferentes métodos de adubação com potássio, desenvolvidas em casa de vegetação, revelados para Superóxido Dismutase (SOD). Sendo: 1 (Dose recomendada de K no sulco -DRS), 2 (Dobro da dose recomendada de K no sulco-2xDRS), 3 (Dose recomendada de K a lanço-DRL),

4 (Dose recomendada de K em cobertura-DRC) e 5 (Testemunha - sem aplicação de K -TEST).....55

Figura 5 Zimograma com os padrões enzimáticos de sementes de quatro cultivares de soja produzidas em diferentes métodos de adubação com potássio, desenvolvidas em casa de vegetação, revelados para Isocitrato liase (ICL). Sendo: 1 (Dose recomendada de K no sulco -DRS), 2 (Dobro da dose recomendada de K no sulco-2xDRS), 3 (Dose recomendada de K a lanço-DRL), 4 (Dose recomendada de K em cobertura-DRC) e 5 (Testemunha - sem aplicação de K -TEST).....56

Figura 6 Zimograma com os padrões enzimáticos de sementes de quatro cultivares de soja produzidas em diferentes métodos de adubação com potássio, desenvolvidas em casa de vegetação, revelados para Peroxidase (PEX). Sendo: 1 (Dose recomendada de K no sulco -DRS), 2 (Dobro da dose recomendada de K no sulco-2xDRS), 3 (Dose recomendada de K a lanço-DRL), 4 (Dose recomendada de K em cobertura-DRC) e 5 (Testemunha - sem aplicação de K -TEST).....56

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1 Alguns resultados relacionados à fertilidade do substrato utilizado nos vasos por ocasião do plantio em casa de vegetação.....27
- Tabela 2 Alguns resultados relacionados à fertilidade do solo por ocasião do plantio em campo..... 33
- Tabela 3 Médias de altura de planta (AP), altura do 1º legume (APL), número de legumes (NL) e número de sementes por legume (SL) das plantas de quatro cultivares de soja submetidas a diferentes métodos de adubação com potássio, desenvolvidas em casa de vegetação.....37
- Tabela 4 Médias dos teores foliares de nitrogênio % (N), fósforo % (P), potássio % (K), cálcio % (Ca), cobre (Cu) ppm, manganês (Mn) ppm, zinco (Zn) ppm e ferro (Fe) ppm, nas folhas de quatro cultivares de soja submetidas a diferentes métodos de adubação com potássio, desenvolvidas em casa de vegetação.....38
- Tabela 5 Médias do teor de zinco (ppm) nas folhas de quatro cultivares de soja submetidas a diferentes métodos de adubação com potássio, desenvolvidas em casa de vegetação.....39
- Tabela 6 Médias dos teores de magnésio (%) e boro (ppm) nas folhas de quatro cultivares de soja submetidas a diferentes métodos de adubação com potássio, desenvolvidas em casa de vegetação.....40
- Tabela 7 Médias de massa seca de parte aérea (g) e raiz (g) de plantas de quatro cultivares de soja, submetidas a diferentes métodos de adubação com potássio, desenvolvidas em casa de vegetação42

Tabela 8 Médias de produção de sementes (kg) de quatro cultivares de soja produzidas em diferentes métodos de adubação com potássio, desenvolvidas em casa de vegetação.....	44
Tabela 9 Médias do índice de velocidade de emergência (IVE) e tempo médio de emergência (TME) de sementes de quatro cultivares de soja produzidas em diferentes métodos de adubação com potássio, desenvolvidas em casa de vegetação.....	45
Tabela 10 Médias de emergência (%) plântulas oriundas de sementes de quatro cultivares de soja produzidas em diferentes métodos de adubação com potássio, desenvolvidas em casa de vegetação.....	46
Tabela 11 Médias de primeira contagem de germinação (PC) e germinação (G) de sementes de quatro cultivares de soja produzidas em diferentes métodos de adubação com potássio, desenvolvidas em casa de vegeta.....	48
Tabela 12 Médias de condutividade elétrica ($ds\ cm^{-3}$) e lixiviação de potássio (ppm) de sementes de quatro cultivares de soja produzidas em diferentes métodos de adubação com potássio, desenvolvidas em casa	49
Tabela 13 Incidência (%) de <i>Phomopsis sp.</i> em sementes de quatro cultivares de soja produzidas em diferentes métodos de adubação com potássio, desenvolvidas em casa de vegetação.....	57
Tabela 14 Incidência (%) de <i>Alternaria spp.</i> e <i>Cercospora kikuchii spp.</i> em sementes de quatro cultivares de soja produzidas em diferentes métodos de adubação com potássio, desenvolvidas em casa de vegetação.....	59
Tabela 15 Médias de altura de planta (AP), altura do 1º legume (APL), número de legumes (NL), número de sementes (NS), peso de mil sementes (PMS),	

produtividade (P) e matéria seca de raiz (MSR) das plantas de quatro cultivares de soja submetidas a diferentes métodos de adubação com potássio a campo.....	61
Tabela 16 Médias dos teores de fósforo % (P), magnésio % (Mg), enxofre % (S), manganês % (Mn) e zinco % (Zn) nas folhas de quatro cultivares de soja submetidas a diferentes métodos de adubação com potássio a campo.....	62
Tabela 17 Médias de altura de planta (AP), massa seca de raiz (MSR) e produtividade (P) das plantas de quatro cultivares de soja submetidas a diferentes métodos de adubação com potássio a campo.....	64
Tabela 18 Médias dos teores de fósforo (P) (g/kg ³), magnésio (Mg) (g/kg ³), enxofre (S) (g/kg ³), manganês (Mn) (mg/kg ³) e zinco (Zn) (mg/kg ³), nas folhas de quatro cultivares de soja submetidas a diferentes métodos de adubação com potássio a campo.....	65
Tabela 19 Médias dos teores de nitrogênio (g/kg ³) e potássio (g/kg ³) nas folhas de quatro cultivares de soja submetidas a diferentes métodos de adubação com potássio a campo.....	66
Tabela 20 Médias dos teores de cálcio (g/kg ³), boro (mg/kg ³) e ferro (mg/kg ³) nas folhas de quatro cultivares de soja submetidas a diferentes métodos de adubação com potássio a campo.....	68
Tabela 21 Médias da primeira contagem de germinação (PC), germinação (G%), envelhecimento acelerado (EA), condutividade elétrica (CE) e índice de velocidade de emergência (IVE) de sementes de quatro cultivares de soja produzidas em diferentes métodos de adubação com potássio a campo.....	70

Tabela 22 Médias do índice de velocidade de emergência de sementes de quatro cultivares de soja produzidas em diferentes métodos de adubação com potássio a campo.....	72
Tabela 23 Médias de emergência de sementes de quatro cultivares de soja produzidas em diferentes métodos de adubação com potássio a campo.....	73
Tabela 24 Incidência (%) de <i>Fusarium</i> , <i>Phomopsis</i> , <i>Cercospora</i> , <i>Alternaria</i> e <i>Penicilium</i> sp. em sementes de quatro cultivares de soja produzidas em diferentes métodos de adubação com potássio a campo.....	74
Tabela 25 Incidência (%) de <i>Phomopsis</i> sp., <i>Cercospora</i> e <i>Aspergillus</i> sp. em sementes de quatro cultivares de soja produzidas em diferentes métodos de adubação com potássio a campo.....	75
Tabela 26 Médias de primeira contagem de germinação (PC), germinação (G%), envelhecimento acelerado (EA), condutividade elétrica (CE), emergência e índice de velocidade de emergência (IVE) de sementes de quatro cultivares de soja produzidas em diferentes métodos de adubação com potássio a campo.....	76
Tabela 27 Incidência (%) de <i>Fusarium</i> sp. e <i>Coletotrichum</i> , sp. em sementes de quatro cultivares de soja produzidas em diferentes métodos de adubação com potássio a campo.....	78
Tabela 28 Incidência (%) de <i>Phomopsis</i> sp. e <i>Cercospora kikuchii</i> em sementes de quatro cultivares de soja produzidas em diferentes métodos de adubação com potássio a campo.....	79
Tabela 29 Incidência (%) de <i>Cercospora</i> sp. em sementes de quatro cultivares de soja produzidas em diferentes modos de adubação com potássio a campo.....	79

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	17
2	REFERENCIAL TEÓRICO.....	20
2.1	A importância da cultura da soja no Brasil.....	20
2.2	Qualidade de sementes de soja.....	21
2.3	Adubação e qualidade de sementes	22
3	MATERIAL E MÉTODOS	26
3.1	Local.....	26
3.2	Ensaio 1 - Casa de vegetação.....	26
3.2.1	Avaliações agronômicas.....	28
3.2.2	Avaliações fisiológicas das sementes.....	29
3.2.3	Análise isoenzimática das sementes.....	30
3.2.4	Análise sanitária das sementes.....	31
3.2.5	Delineamento Experimental.....	32
3.3	Ensaio 2 – Em campo.....	32
3.3.1	Avaliações agronômicas.....	34
3.3.2	Avaliações fisiológicas das sementes.....	35
3.3.3	Delineamento experimental.....	36
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	36
4.1	Ensaio 1 - Casa de vegetação.....	36
4.1.1	Avaliações agronômicas.....	36
4.1.2	Avaliações fisiológicas das sementes.....	44
4.1.3	Análise isoenzimática das sementes.....	50
4.1.4	Análise sanitária das sementes.....	57
4.2	Ensaio 2 – Campo	59
4.2.1	Avaliações agronômicas.....	59
4.2.2	Avaliações fisiológicas das sementes - Antes do armazenamento....	69
4.2.3	Análise sanitária das sementes - Antes do armazenamento	73
4.2.4	Avaliações fisiológicas das sementes – Após o armazenamento	75
4.2.5	Análise sanitária das sementes – Após o armazenamento.....	77
5	CONSIDERAÇÕES GERAIS	81
6	CONCLUSÕES.....	82
	REFERÊNCIAS.....	83
	ANEXOS.....	94

1 INTRODUÇÃO

A soja (*Glycine max* (L.) Merrill) é considerada uma das mais importantes oleaginosas, sendo o Brasil o segundo maior produtor e exportador mundial, com grandes áreas cultivadas, nível tecnológico avançado e alta produtividade de grãos (COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO - CONAB, 2014). A espécie é cultivada como monocultura em grandes operações do agronegócio nas principais regiões produtoras do país (BERGMANN et al., 2013). Nos últimos anos houve expansão da fronteira agrícola, principalmente pelo aumento da produção de soja no país, o que pode ser confirmado pelos números estimados para safra 2014/15 que está em 96.044,5 mil toneladas, sendo a cultura que ocupa a maior área cultivada no país, com produtividade média de 3.011 Kg/ha⁻¹ (CONAB, 2015).

De acordo com os últimos dados a produção brasileira de sementes também alcançou expressivos incrementos, saltando de 2,4 milhões de toneladas, na safra de 2011/2012, para 3,6 milhões de toneladas, na safra 2012/2013, com destaque para a produção de sementes de soja, que foi de 2,2 milhões de toneladas com taxa de utilização de 64% (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE SEMENTES E MUDAS - ABRASEM, 2014).

Esse crescimento acelerado na produção e incremento de produtividade se devem principalmente à utilização de modernas tecnologias pelos produtores de soja, aumento expressivo na utilização de sementes de qualidade, que se caracterizam como um veículo de tecnologias, permitindo maior eficiência produtiva no sistema agrícola, uma vez que a qualidade da semente é um fator preponderante para o sucesso da cultura, se refletindo posteriormente na produtividade de grãos.

Existem muito estudos relacionados à avaliação da qualidade das sementes de soja, no entanto, pouco se tem estudado sobre os efeitos das práticas

culturais sobre a qualidade fisiológica das sementes produzidas. Pois é sabido que em plantas bem nutridas, observa-se maiores produtividades e melhor qualidade das sementes produzidas, influenciando diretamente na germinação e no vigor das sementes produzidas.

O potássio está entre os nutrientes mais importantes para a soja, e em quantidades adequadas, desempenha várias funções fisiológicas relacionadas ao metabolismo, como formação de carboidratos, quebra e translocação do amido, controle da turgidez do tecido, ativação de muitas enzimas envolvidas na respiração e fotossíntese, abertura e fechamento de estômatos, transpiração, maior resistência: à geada, à seca, à salinidade, à doenças e ao acamamento, favorece a retenção das vagens durante sua formação e reduz a deiscência e melhora a qualidade das sementes (DAVIS et al., 1997; MALAVOLTA, 1980), além de ativar diversas enzimas envolvidas na respiração e fotossíntese (TAIZ; ZEIGER, 2012).

Neste sentido, vários trabalhos têm sido realizados para avaliar a adubação potássica no desenvolvimento da soja e conseqüentemente na qualidade das sementes. Veiga et al. (2010), observaram que a medida que aumenta a dose de K_2O no solo, aumenta o teor de óleo e reduz o teor de proteína em sementes de soja. Segundo Zambiazzi et al. (2014), quando a produção de sementes de soja se dá em solos com alto teor de potássio, a adubação com diferentes taxas de potássio não tem efeitos imediatos sobre a qualidade das sementes. Também Bernardi et al. (2009) e Petter et al. (2012), avaliando doses e formas de aplicação da adubação potássica na cultura da soja, não constataram efeito significativo da adubação potássica em relação à produtividade de grãos.

A adubação com potássio na cultura da soja tem sido realizada no sulco de plantio, todavia, em razão do efeito salino e da alta solubilidade dos sais potássicos comumente utilizados, essa prática tem acarretado muitas vezes

efeitos negativos no estabelecimento inicial da cultura, seja pela redução do poder germinativo, efeito sobre o enraizamento das plantas e/ou perdas por lixiviação (BERNARDI et al., 2009).

Embora existam estudos sobre nutrição mineral e recomendações de adubação para o cultivo comercial de soja, ainda é necessário trabalhos que abordem os efeitos dos nutrientes no estabelecimento da cultura concomitante com a produção de sementes e, principalmente, na qualidade fisiológica das mesmas. Nesse contexto, objetivou-se neste trabalho, determinar os efeitos da adubação potássica no sulco, a lanço e em cobertura no estabelecimento da cultura da soja e sua consequência no processo produtivo e na qualidade das sementes produzidas.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 A importância da cultura da soja no Brasil

Atualmente, a soja é considerada uma das mais importantes oleaginosas, comercializadas no mundo, sendo o mercado internacional composto por três produtores principais, (Estados Unidos, Brasil e Argentina) e um comprador (importador), a China (CONAB, 2014).

Segundo o Departamento de Agricultura dos Estados Unidos (USDA), na safra 2013/2014, os EUA, Brasil e Argentina foram responsáveis por 81,40% de toda a produção mundial de soja em grão, e a China, por 64,26% de todas as importações mundiais (CONAB, 2014).

O crescimento na produção de soja no Brasil é estimulado pelo aumento da demanda do grão, que em média contém 40% de proteína e 20% de óleo, caracterizando assim uma excelente fonte de proteína e energia para utilização na alimentação humana e animal, além da manufatura de diversos produtos e matéria prima para biocombustíveis (CARVALHO, 2013). A soja é cultivada como monocultura em grandes operações de agronegócios nas regiões do Centro-Oeste, Nordeste e Sul do país (BERGMANN et al., 2013).

O Brasil destaca-se como grande produtor e exportador de soja, sendo esta uma das principais fontes de divisas para o país no setor agrícola e a cultura que ocupa a maior área. De acordo com o nono levantamento da safra de grãos da CONAB, o desempenho das lavouras de soja nas diversas regiões produtoras do país aponta para uma expectativa de produção na safra 2014/2015 de 96.203,5 mil toneladas, com produtividade média de 3.012 kg ha⁻¹ (CONAB, 2015).

De acordo com Brum et al. (2005), a soja foi uma das principais responsáveis pela introdução do conceito de agronegócio no país, não só por seu

valor econômico, mas também pela necessidade empresarial de administração da atividade por parte dos produtores, fornecedores de insumos, processadores da matéria-prima e negociantes.

Os principais fatores que alavancam a soja no país estão ligados à adoção de novas tecnologias pelos agricultores, sejam pela alta qualidade das sementes utilizadas, manejo da fertilidade do solo, material genético, transgenia, manejo de pragas e doenças, na mecanização entre outras. Algumas das tecnologias são veiculadas por meio das sementes, caracterizando as assim como um dos principais insumos, por isso a qualidade das mesmas está cada vez mais requerida e valorizada.

2.2 Qualidade de sementes de soja

A qualidade de sementes é fator crucial na produção e na garantia de estandes uniformes o que garantirá o sucesso do empreendimento. A semente é responsável pela transferência de inovações tecnológicas e dos ganhos genéticos resultantes dos trabalhos de melhoramento, seja ele tradicional ou resultado da engenharia genética, até o campo. Deste modo, a qualidade pode ser afetada por vários fatores, desde a fecundação até o momento da semeadura, como: genótipo, condições ambientais durante o desenvolvimento das sementes, fertilidade do solo e nutrição mineral, posição da semente na planta mãe, época e técnicas de colheita, condições de armazenamento e tratamentos pré-semeadura (BASU, 1995). Os quatro componentes básicos da qualidade das sementes apresentam importância equivalente, mas o potencial fisiológico geralmente desperta atenção especial da pesquisa, no sentido de elucidar os mais variados aspectos referentes a este, que reúne informações sobre a viabilidade e o vigor das sementes (MARCOS FILHO, 2005).

A expansão e retração do tegumento quando as sementes são expostas a chuva e seca proporciona a desestruturação dos sistemas de membranas e conseqüentemente maior permeabilidade (DOMENE, 1992), aumentando assim a deterioração de sementes (DELOUCHE, 1975).

Em regiões tropicais é comum o excesso de chuvas associado à ocorrência de altas temperaturas durante a fase final de maturação da soja, ocasionando sérios danos à produção de sementes, pois proporciona altos índices de infecção que estão relacionados à baixa qualidade sanitária e fisiológica (COSTA et al., 2003; PEREIRA; PEREIRA; FRAGA, 2000). Muitos fitopatógenos, na maioria fungos, podem estar associados às sementes afetando a germinação e vigor, acarretando em reduções na emergência e na produtividade (BRINGEL et al., 2001; HAMAWAKI et al., 2002).

A qualidade fisiológica de sementes pode ser influenciada pelo genótipo, logo, diferentes cultivares podem ter características endógenas relacionadas ao maior ou menor vigor, além de longevidade (PRETE; GUERRA, 1999). A qualidade fisiológica de sementes de soja é em grande parte influenciada pela constituição genética, nesse sentido, nos últimos anos, nos programas de melhoramento genético há o cuidado em desenvolver materiais com características relacionadas à resistência a doenças e pragas, teores de óleo e proteína e, mais recentemente, teor de lignina no tegumento das sementes (COSTA et al., 2001).

2.3 Adubação e qualidade de sementes

A disponibilidade de nutrientes para as plantas produtoras de sementes influencia na sua produção e qualidade, afetando a formação do embrião e dos órgãos de reserva, assim como a composição química e, conseqüentemente, o metabolismo e o vigor das sementes (CARVALHO; NAKAGAWA, 2000).

Além disso, uma adubação adequada pode evitar algumas anomalias no desenvolvimento das plântulas, que são as manifestações mais comuns, decorrentes das deficiências minerais (WIRIGLYR et al., 1984).

Deficiências de nutrientes geralmente exercem efeitos indiretos na produção de sementes, pelo decréscimo no crescimento e desenvolvimento da planta mãe, resultando em sementes com vigor e viabilidade reduzidos (RENGEL; GRAHAM, 1995). Apesar da importância da nutrição mineral no rendimento e na qualidade fisiológica das sementes, o número de estudos nesse contexto é escasso, de modo que a recomendação de fertilizantes para a implantação de culturas destinadas à produção de sementes é geralmente semelhante àquela utilizada para a produção de grãos (CARVALHO; NAKAGAWA, 2000). Na maioria das vezes essas recomendações enfatizam o efeito da adubação sobre a produtividade, não correlacionando com a qualidade das sementes.

Com relação aos estudos que envolvem a qualidade das sementes, o potássio merece papel de destaque, visto que dentre as suas funções na planta, esse nutriente está diretamente envolvido no desenvolvimento das sementes, principalmente por atuar na formação de amidos e açúcares, no vigor das plantas, propiciando melhores colheitas. Além disso, a sua deficiência poderá acarretar decréscimos na produção e enrugamento das sementes (FONTES, 2001).

Veiga et al. (2010), trabalhando com sementes de soja da cultivar Monsoy 8001, produzidas sob 2 níveis de saturação por base (48% e 85%) e quatro doses de K_2O (0, 50, 100 e 200 kg ha¹), verificaram que a elevação da saturação por base proporcionou maior vigor de sementes, ao passo que para adubação potássica isto não foi observado. Relataram também que o aumento da dose de K_2O incrementou o teor de óleo e reduziu o teor de proteína e que as atividades das isoenzimas piruvato quinase, esterase e álcool

desidrogenase em sementes de soja foram afetadas pela concentração de potássio e saturação por base no solo.

O potássio (K) é o segundo elemento mais absorvido pelas plantas e sua reserva mineral nos solos da região dos cerrados, que são bastante intemperizados, é muito pequena, insuficiente para suprir as quantidades extraídas pelas culturas por cultivos sucessivos (SILVA et al., 2008). A contribuição de todos esses fatores faz com que o manejo da adubação potássica (fonte, doses, métodos e épocas de aplicação) seja de grande importância para a manutenção e para a melhoria da produtividade das culturas (VILELA; SOUZA; MARTHA JÚNIOR, 2007). Na soja, o potássio é exportado até $18,5 \text{ kg.t}^{-1}$ de grãos (TANAKA; MASCARENHAS, 1992), sendo considerado um nutriente importante para a espécie, pois favorece a retenção das vagens durante sua formação e reduz a deiscência na maturação, melhora a qualidade das sementes e em combinação com fósforo e nitrogênio, aumenta o conteúdo de óleo das sementes e é responsável pela ativação de enzimas na planta (MARCANDALLI et al., 2008). Além disso, a sua deficiência poderá acarretar decréscimos na produção e enrugamento das sementes (FONTES, 2001), e prejudicar a qualidade fisiológica de sementes (SNYDER; ASHLOCK, 1996).

A deficiência de potássio, além de prejudicar o funcionamento de várias enzimas e dispor as plantas à penetração de fungos patogênicos, causa uma diminuição na taxa fotossintética, pois os sintomas iniciam com clorose internerval, seguida de necrose nas folhas, diminuindo a área foliar. Por isso, a consequência negativa no metabolismo das plantas causa problemas nos órgãos reprodutivos, diminuindo a qualidade fisiológica e sanitária das sementes produzidas nessa situação de deficiência (SFREDO, 2008).

Estudos da correlação fertilidade do solo e potencial fisiológico da semente é fator relevante para a tecnologia de semente (MONDO et al., 2012). Todavia, os resultados publicados são ainda contraditórios, uma vez que plantas

bem nutridas estão em condições de produzir um maior número de sementes viáveis, o que evidencia a influência da nutrição na produção de sementes (CARVALHO; NAKAGAWA, 2000). Demonstrando assim a importância de estudos que relacionem nutrição mineral à qualidade de sementes, com qualquer que seja a cultura, a exemplo: com milho (IMOLESI et al., 2001), com canola (ÁTILA et al., 2004), com feijão (TOLEDO et al., 2009) e com soja (MANN et al., 2002; MELARATO et al., 2002; MILANI et al., 2010; MONDO et al., 2012; POSSENTI; VILLELA, 2010; VEIGA et al., 2010).

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Local

O experimento foi conduzido em dois ensaios, sendo o primeiro (ensaio 1) em casa de vegetação no Departamento de Agricultura da Universidade Federal de Lavras (UFLA), em Lavras, MG e o segundo (ensaio 2) em campo na unidade de pesquisa da Syngenta em Lucas do Rio Verde – MT.

3.2 Ensaio 1 - Casa de vegetação

O experimento foi conduzido em casa de vegetação para a produção das sementes e as análises e determinações foram realizadas no Laboratório Central de Sementes do Departamento de Agricultura e no Laboratório de Análise Sanitária do Departamento de Fitopatologia da Universidade Federal de Lavras – UFLA, em Lavras, MG.

Foram utilizadas quatro cultivares de soja da empresa Syngenta, SYN 1379 IPRO, SYN 1263 RR, SYN 1279 RR e uma delas ainda não comercial denominada (NC IPRO), sendo que as cultivares (SYN 1379 IPRO e NC IPRO contém a tecnologia RR2Bt[®]) e as cultivares (SYN 1263 RR e SYN 1279 RR contém a tecnologia RR1). As sementes foram tratadas no pré-plantio utilizando o fungicida Derosal plus[®] na dosagem 250 ml/100 Kg sementes. O inoculante usado foi o Nitragen Cell Tech HC[®].

Foram utilizados vasos de 7 kg, contendo uma mistura de terra, areia e composto orgânico na proporção de 2:1:1, respectivamente. Após a mistura ser feita, encaminhou-se amostra para análise do solo e após os resultados (Tabela 1) foi realizada a correção de fertilidade do solo com calcário dolomítico e super-simples de acordo com as recomendações de Ribeiro, Guimarães e

Alvarez (1999). A quantidade de K encontrada no substrato utilizado é considerada muito baixa de acordo com as recomendações de Ribeiro, Guimarães e Alvarez (1999).

Tabela 1 Alguns resultados relacionados à fertilidade do substrato utilizado nos vasos por ocasião do plantio em casa de vegetação

Características	Valor
V %	20,14
pH H ₂ O	5,8
P (mg . dm ⁻³)	0,84
K (mg . dm ⁻³)	10,0
Ca (cmol . dm ⁻³)	0,40
Mg (cmol . dm ⁻³)	0,10
T (cmol . dm ⁻³)	2,61
MO (dag . Kg ⁻¹)	0,86
Argila (dag . Kg ⁻¹)	29

A semeadura foi realizada manualmente, em dezembro de 2013, colocando-se seis sementes por vaso. Foram utilizados seis vasos para cada método de adubação com potássio; sendo três vasos de cada tratamento destinados às análises agronômicas e os outros três para análises fisiológicas, enzimáticas e sanitárias. A adubação potássica foi feita com base na recomendação de 80 kg ha⁻¹, fazendo a conversão chegou-se ao valor de 3,5g/vaso de KCl. Assim, utilizaram-se cinco modos de adubação potássica, sendo: 1 – Dose recomendada no sulco (DRS), esta dose de KCl foi misturada nos primeiros 10 cm de profundidade do solo no vaso antes do plantio, 2 – Dobro da dose recomendada no sulco (2xDRS), também misturada nos primeiros 10 cm de profundidade antes do plantio, 3 – Dose recomendada a lanço (DRL), a dose de KCl foi jogada na superfície do solo imediatamente após a semeadura, 4 – Dose recomendada em cobertura (DRC), a dose recomendada de KCl foi colocada na superfície do solo quando as plantas emitiram o quarto

trifólio, de modo que o adubo não teve contato direto com as plantas, 5 – Sem aplicação de potássio (testemunha).

Aos 15 dias após a emergência das plântulas foi feito o desbaste, deixando três 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.

3.2.1 Avaliações agronômicas

Teores de nutrientes nas folhas - No estágio de desenvolvimento R5, início do enchimento da semente (FEHR et al., 1971), foi realizada amostragem foliar para determinação dos nutrientes N, P, K, Ca, Mg, S, Cu, B, Zn, Fe e Mn, coletando-se o terceiro trifólio a partir do ápice das plantas, com o pecíolo, retirando um trifólio de cada planta de cada tratamento.

As determinações foram realizadas pelo Laboratório de Análise Foliar da UFLA, utilizando-se o método de fotometria de chama.

Altura de planta - Foi tomada a distância do colo da planta até a extremidade da haste principal, em cm, das três plantas de cada tratamento, na pré-colheita.

Altura de inserção do primeiro legume - No estágio R8, maturação plena (FEHR et al., 1971), foi tomada a distância (cm) do colo da planta até o nó de inserção do primeiro legume.

Número de legumes por planta – Foi feita a contagem manual do número de legumes por planta após a colheita.

Massa seca de parte aérea e raízes - As determinações da produção de massa seca de parte aérea e raízes foram avaliadas no estádio R5. O material vegetal coletado foi levado à estufa para secagem (65 °C até peso constante). O material seco foi pesado e determinado à produção de massa seca de parte aérea e raízes.

Produtividade - A produtividade foi convertida em função de 250.000 plantas ha⁻¹. Após a colheita, secagem e debulha manual das plantas, determinou-se o teor de água das sementes de cada tratamento pelo aparelho (GAC 2100 Agrosystem), pesaram-se as amostras de sementes e os pesos obtidos foram corrigidos para 13% de umidade (base úmida), e os resultados expressos em kg ha⁻¹.

3.2.2 Avaliações fisiológicas das sementes

Germinação - O teste foi efetuado com quatro repetições de 50 sementes por tratamento. A semeadura foi realizada em papel toalha, tipo “Germitest”, na forma de rolo, umedecido com água na quantidade de 2,5 vezes o peso do papel. A seguir, as sementes foram colocadas para germinar em germinadores previamente regulados à temperatura de 25° C. As avaliações foram realizadas aos 5 e 8 dias após a semeadura, seguindo as prescrições contidas nas Regras para Análises de Sementes (BRASIL, 2009), considerando o número de plântulas normais. Os resultados foram expressos em porcentagem.

Emergência - O teste de emergência de plântulas foi realizado em substrato solo + areia na proporção volumétrica 2:1, em bandejas, utilizando-se quatro repetições de 50 sementes. Após a semeadura, as bandejas foram mantidas em câmara de crescimento a 25 °C, sob fotoperíodo de 12 horas. Foram realizadas

avaliações diárias, computando-se o número de plântulas emergidas até a estabilização, quando foi contada a emergência. Concomitante ao teste de emergência foi calculado o índice de velocidade de emergência, segundo metodologia proposta por Maguire (1962), e o tempo médio de emergência.

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

Lixiviação de potássio - Foram utilizadas quatro repetições de 50 sementes de cada tratamento que foram colocadas em copos plásticos de 200 mL, nos quais foram adicionados 75 mL de água deionizada, mantidos à temperatura de 25 °C por 120 min. A determinação do potássio lixiviado foi realizada empregando-se o método de fotometria de chama, cujos valores foram expressos em ppm.

3.2.3 Análise isoenzimática das sementes

Para análise enzimática foi utilizada uma amostra de 50 sementes para cada tratamento e destas retiradas as repetições para os géis. 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 (ADH, EST, ICL, MDH, peroxidase e SOD: Tris HCl 0,2 M pH 8,0; PRX: Fosfato) 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 6 enzimas isocitrato liase (ICL; EC 4.1.3.1), protocolo ainda não publicado, esterase (EST; EC 3.1.1.1), álcool desidrogenase (ADH; EC 1.1.1.1), malato desidrogenase (MDH; EC 1.1.1.37), superóxido dismutase (SOD; EC 1.15.1.1) e peroxidase (PRX; EC 1.11.1.7), (ALFENAS et al., 2006). A avaliação dos perfis eletroforéticos foi realizada com base na presença, ausência e intensidade de bandas.

3.2.4 Análise sanitária das sementes

O teste de sanidade foi conduzido utilizando o método de incubação em papel de filtro sem congelamento (NEERGAARD, 1979), com 4 repetições de 25 sementes por tratamento. As sementes foram distribuídas em placas de Petri de 15 cm de diâmetro contendo três folhas de papel filtro previamente esterilizadas e umedecidas com água, ágar e 1% de 2,4 D esterilizados. As placas foram mantidas em sala de incubação a 20 °C ± 2 °C e fotoperíodo de 12 horas, onde permaneceram por sete dias, para então serem avaliadas quanto à incidência de patógenos, porcentagem por fungo encontrado (BRASIL, 2009).

Para a identificação dos patógenos presentes nas sementes foram utilizados microscópio ótico e lupa estereoscópica.

3.2.5 Delineamento Experimental

O delineamento experimental empregado foi inteiramente casualizado (DIC). Os tratamentos foram dispostos em esquema fatorial 4 x 5, sendo: quatro cultivares de soja e cinco métodos de adubação com potássio com três repetições para as características agronômicas e quatro para as avaliações fisiológicas. Para as análises estatísticas, foi utilizado o aplicativo computacional SISVAR[®] 5.3 (FERREIRA, 2011). As médias foram agrupadas pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade (SCOTT; KNOTT, 1974).

3.3 Ensaio 2 – Em campo

Para a produção das sementes o experimento foi conduzido em campo na estação experimental da empresa Syngenta na cidade de Lucas do Rio Verde – MT. As análises e determinações foram realizadas no Laboratório Central de Sementes do Departamento de Agricultura e no Laboratório de análise sanitária do Departamento de Fitopatologia da Universidade Federal de Lavras – UFLA, em Lavras, MG.

Na tabela 2 estão os resultados da análise de solo da área de plantio em Lucas do Rio Verde – MT. Pelos resultados observa-se que a quantidade de K encontrada no solo é considerada baixa de acordo com as recomendações de Ribeiro, Guimarães e Alvarez (1999).

Tabela 2 Alguns resultados relacionados à fertilidade do solo por ocasião do plantio em campo

Características	Valor
V %	57,0
pH H ₂ O	6,3
P (mg . dm ⁻³)	11,1
K (mg . dm ⁻³)	28,0
Ca (cmol . dm ⁻³)	1,9
Mg (cmol . dm ⁻³)	0,9
T (cmol . dm ⁻³)	5,07
MO (dag . Kg ⁻¹)	2,1
Argila (g . Kg ⁻¹)	230

Foram utilizadas quatro cultivares de soja da empresa Syngenta, SYN 1379 IPRO, SYN 1263 RR, SYN 1279 RR e uma delas ainda não comercial (NC IPRO), sendo duas RR2Bt[®] e duas RR1, as mesmas cultivares utilizadas no ensaio 1, sendo que as cultivares (SYN 1379 IPRO e NC IPRO contém a tecnologia RR2Bt[®]) e as cultivares (SYN 1263 RR e SYN 1279 RR contém a tecnologia RR1). As sementes foram tratadas no pré-plantio utilizando os produtos Cruiser[®], Maxim[®] e Standak Top[®] nas dosagens comerciais recomendadas para cada produto.

Foi utilizado o adubo formulado 02-20-20, considerando a recomendação de 300 kg.ha⁻¹.

Os tratamentos foram dispostos em esquema fatorial 4 x 7, envolvendo: quatro cultivares de soja, sete modos de aplicação de K: 1 – Dose recomendada no sulco (DRS), 2 – Dobro da dose recomendada no sulco (2xDRS), 3 – Dose recomendada a lanço (DRL), 4 – Dobro da dose recomendada a lanço (2xDRL), 5 – Dose recomendada em cobertura (DRC), 6 – Dobro da dose recomendada em cobertura (2xDRC), 7 – Controle sem aplicação de potássio (TEST).

3.3.1 Avaliações agronômicas

Teores de nutrientes nas folhas - No estágio de desenvolvimento R5, início do enchimento da semente (FEHR et al., 1971), foi realizada amostragem foliar para determinação dos nutrientes N, P, K, Ca, Mg, S, Cu, B, Zn, Fe e Mn, coletando-se o terceiro trifólio à partir do ápice das plantas, com o pecíolo, em 20% das plantas das fileiras úteis. As determinações foram realizadas pelo Laboratório Brasileiro de Análises Agrícolas Ltda (LABRAS).

Altura de planta - Foi tomada a distância do colo da planta até a extremidade da haste principal, em cm, de 10 plantas das fileiras úteis, de forma aleatória, na pré-colheita.

Altura de inserção do primeiro legume - No estágio R8, maturação plena (FEHR et al., 1971), foi tomada a distância do colo da planta até o nó de inserção do primeiro legume, em cm, de 10 plantas das fileiras úteis, de forma aleatória.

Número de legumes por planta - A contagem do número de legumes por planta foi efetuada em 10 plantas tomadas aleatoriamente na parcela útil na colheita.

Massa seca de raiz - Na determinação da produção de massa seca de raízes foram coletadas cinco plantas por parcela, considerando as duas linhas externas da área útil. O material vegetal coletado foi levado à estufa para secagem (65 °C até peso constante). O material seco foi pesado e determinado à produção de massa seca das raízes.

Peso de mil sementes - Foram retiradas da porção de “Semente Pura” oito repetições de 100 sementes que foram pesadas (g). Foi calculada a variância, o desvio padrão e o coeficiente de variação dos valores obtidos das pesagens. O resultado da determinação foi calculado multiplicando-se por 10 o peso médio obtido das repetições de 100 sementes, de acordo com as regras para análise de sementes (BRASIL, 2009).

Produtividade - Após a colheita, secagem e debulha, determinou-se o teor de água das sementes de cada tratamento, pesaram-se as amostras de sementes e os pesos obtidos foram corrigidos para 13% de umidade (base úmida), e os resultados expressos kg ha^{-1} .

3.3.2 Avaliações fisiológicas das sementes

As avaliações fisiológicas foram realizadas imediatamente após a colheita e após 6 meses de armazenamento a 25 °C sem controle de umidade em embalagens de papel multifoliado. Para os testes de germinação, emergência, condutividade elétrica e sanidade utilizou-se a mesma metodologia adotada no ensaio 1.

Envelhecimento acelerado - Foram utilizadas caixas plásticas tipo gerbox, adaptadas com tela de alumínio suspensa. Em cada gerbox foram adicionados 40 mL de água e uma camada única de sementes sobre toda a tela. Em seguida foram mantidos em câmara tipo BOD a 42 °C por 48 horas (MARCOS FILHO, 1999). Após este período, as sementes foram submetidas ao teste de germinação, conforme descrição anterior, com quatro repetições de 50 sementes por

tratamento a contagem foi realizada aos 5 dias após a semeadura. Os resultados foram expressos em porcentagem de plântulas normais (BRASIL, 2009).

3.3.3 Delineamento experimental

O delineamento experimental empregado foi em blocos casualizados (DBC) sendo que as parcelas foram constituídas de 4 linhas de 4 metros de comprimento espaçadas em 0,5 m, sendo as duas externas bordaduras e as duas centrais linhas úteis, em quatro blocos. Os tratamentos foram dispostos em esquema fatorial 4 x 7, sendo: quatro cultivares de soja e sete métodos de adubação potássica. Para as análises estatísticas, foi utilizado o aplicativo computacional SISVAR[®] 5.3 (FERREIRA, 2011). As médias foram agrupadas pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade (SCOTT; KNOTT, 1974).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Ensaio 1 - Casa de vegetação

4.1.1 Avaliações agronômicas

Pelos resultados da análise de variância para os caracteres agronômicos (Tabela 1A), foi observado efeito isolado do fator cultivar para altura de planta, altura de inserção do 1º legume, número de legumes/planta e número de sementes/legume. Foi observado também o efeito isolado do fator cultivar para os teores foliares de N, P, K, Ca, Cu, Mn e Fe (Tabela 2A). Para o teor foliar de Zinco foi observado efeito isolado dos dois fatores (Tabela 2A). Quanto à

interação dos fatores cultivar*adubação, houve significância para os resultados de teores foliares de magnésio e boro, massa seca de parte aérea, massa seca de raiz e produtividade (Tabelas 1A e 2A).

Para altura de plantas a maior média foi observada para a cultivar SYN 1279 RR (Tabela 3), sendo que o mesmo resultado foi encontrado no ensaio de campo (Tabela 15). Para a altura do primeiro legume as cultivares SYN 1379 IPRO e SYN 1279 RR apresentaram maiores médias. Já para o número de legumes, apenas a cultivar NC IPRO apresentou média inferior, sendo que as demais cultivares apresentaram médias de alta magnitude. Também foi observado que as cultivares SYN 1263 RR e NC IPRO apresentaram maior média de sementes por legume.

De forma geral, os caracteres agronômicos não foram alterados pela variação na forma de aplicação do potássio. Este fato também foi observado por Zambiazzi (2014), para a altura de inserção de primeiro legume e altura de plantas.

Assim as variações nas características agronômicas podem estar condicionadas ao genótipo, o que corrobora com os autores Lambert, Meyer e Klepker (2007) que também fizeram esta afirmação estudando o comportamento de diferentes cultivares de soja e também aos fatores ambientais.

Tabela 3 Médias de altura de planta (AP), altura do 1º legume (APL), número de legumes (NL) e número de sementes por legume (SL) das plantas de quatro cultivares de soja submetidas a diferentes métodos de adubação com potássio, desenvolvidas em casa de vegetação

Cultivares	AP	APL	NL	SL
SYN 1379 IPRO	68,42 c	17,40 a	89 a	2,13 b
SYN 1263 RR	79,42 b	9,73 c	83 a	2,86 a
NC IPRO	79,58 b	15,93 b	62 b	2,66 a
SYN 1279 RR	111,47 a	24,40 a	91 a	2,40 b

*Médias seguidas pela mesma letra na coluna pertencem ao mesmo agrupamento pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

O fator cultivar isolado foi significativo também para os teores foliares de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, cobre, manganês, zinco e ferro (Tabela 4). Na cultivar SYN 1379 IPRO foram observados maiores teores foliares de cobre, manganês, zinco e ferro. Para a cultivar SYN 1263 RR o nutriente observado em maiores quantidades foi o potássio e em menores quantidades o zinco; já para a cultivar NC IPRO, maiores valores de fósforo, cálcio e cobre foram observados. Na cultivar SYN 1279 RR, os nutrientes nitrogênio e ferro foram os que apresentaram maiores teores e os nutrientes fósforo, potássio e zinco apresentaram os menores valores observados nas folhas desta cultivar.

Estes resultados evidenciam que as quantidades destes nutrientes nas folhas estão correlacionadas ao genótipo de cada cultivar e não foram influenciados pelo modo de aplicação do potássio. Resultados semelhantes foram encontrados por Batistella Filho (2012) que não verificou efeito da adubação potássica nos teores de N, P, Ca e Zn nas folhas de soja.

Tabela 4 Médias dos teores de nitrogênio % (N), fósforo % (P), potássio % (K), cálcio % (Ca), cobre (Cu) ppm, manganês (Mn) ppm, zinco (Zn) ppm e ferro (Fe) ppm, nas folhas de quatro cultivares de soja submetidas a diferentes métodos de adubação com potássio, desenvolvidas em casa de vegetação

Cultivares	N	P	K	Ca	Cu	Mn	Zn	Fe
SYN 1379	4,51 b	0,42 b	2,16 b	0,96 b	6,55 a	72,55 a	38,66 a	492,27 a
SYN 1263	4,50 b	0,39 c	2,44 a	1,06 b	4,39 b	45,32 c	22,40 d	161,63 b
NC	4,35 b	0,46 a	2,23 b	1,24 a	6,35 a	62,06 b	34,31 b	387,17 b
SYN 1279	4,79 a	0,39 c	1,16 c	1,05 b	5,14 b	58,48 b	29,54 c	514,31 a

* Médias seguidas pela mesma letra na coluna pertencem ao mesmo agrupamento pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

A diagnose foliar tem sido usada na avaliação do estado nutricional e da probabilidade de resposta às adubações (RIBEIRO; GUIMARÃES; ALVAREZ, 1999), neste trabalho para maioria dos nutrientes não foram encontradas correlação da adubação potássica com a quantidade de nutrientes nas folhas, porém para o teor de zinco nas folhas de soja foram encontradas diferenças (Tabela 5), maiores teores de zinco nas folhas de soja foram

encontrados quando se utilizou a dose recomendada de K a lanço e quando não houve aplicação de K.

Tabela 5 Médias do teor de zinco (ppm) nas folhas de quatro cultivares de soja submetidas a diferentes métodos de adubação com potássio, desenvolvidas em casa de vegetação

Adubação	ZN
DRS	29,54 b
2xDRS	29,88 b
DRL	33,11 a
DRC	30,50 b
TEST	33,09 a

*Médias seguidas da mesma letra na coluna pertencem ao mesmo agrupamento pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade. (DRS – dose recomendada de K no sulco; 2xDRS – dobro da dose recomendada de K no sulco; DRL – dose recomendada de K a lanço; DRC – dose recomendada de K em cobertura; TEST – sem aplicação de K).

Considerando os resultados médios do teor de magnésio nas folhas (Tabela 6) verifica-se que na cultivar SYN 1379 IPRO a maior média observada foi sem aplicação de K, o que pode ser atribuídos ao antagonismo entre o macronutriente primário (potássio) e o secundário (magnésio) (TANAKA et al., 1997). Nas cultivares SYN 1263 RR e SYN 1279 RR não foram observadas diferenças entre os tratamentos utilizados, já para a cultivar NC IPRO, a adubação feita em cobertura (DRC) não favoreceu a absorção de magnésio pela planta.

Na tabela 6 observa-se ainda que para as cultivares SYN 1263 IPRO e SYN 1279 RR, o modo de adubação não influenciou no teor de boro nas folhas. Já para a cultivar SYN 1379 IPRO, a adubação com K no sulco de plantio (DRS), resultou em menor acúmulo de boro nas folhas; enquanto que para a cultivar NC IPRO, a adubação de cobertura (DRC) proporcionou maior acúmulo de boro nas folhas.

Tabela 6 Médias dos teores de magnésio (%) e boro (ppm) nas folhas de quatro cultivares de soja submetidas a diferentes métodos de adubação com potássio, desenvolvidas em casa de vegetação

Adubação	Teor de Mg nas Cultivares			
	SYN 1379	SYN 1263	NC	SYN 1279
DRS	0,32 Ab	0,29 Ba	0,33 Aa	0,34 Aa
2xDRS	0,32 Ab	0,32 Aa	0,35 Aa	0,33 Aa
DRL	0,33 Ab	0,27 Ba	0,32 Aa	0,34 Aa
DRC	0,32 Ab	0,29 Ba	0,28 Bb	0,35 Aa
TEST	0,37 Aa	0,31 Ba	0,35 Aa	0,35 Aa

Adubação	Teor de Boro nas Cultivares			
	SYN 1379	SYN 1263	NC	SYN 1279
DRS	111,06 Ab	41,40 Ba	45,54 Bc	20,64 Ba
2xDRS	134,17 Aa	39,92 Ba	47,45 Bc	29,96 Ba
DRL	141,66 Aa	40,87 Ca	66,98 Bb	28,30 Ca
DRC	149,52 Aa	42,54 Ca	113,58 Ba	37,33 Ca
TEST	148,94 Aa	41,39 Ca	76,62 Bb	29,67 Ca

*Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha pertencem ao mesmo agrupamento pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade. (DRS – dose recomendada de K no sulco; 2xDRS – dobro da dose recomendada de K no sulco; DRL – dose recomendada de K a lanço; DRC – dose recomendada de K em cobertura; TEST – sem aplicação de K).

Para as cultivares SYN 1379 IPRO e SYN 1263 RR, os diferentes métodos de adubação potássica estudadas não influenciaram na massa seca da parte aérea (Tabela 7). Já para a cultivar NC IPRO, a adubação de K em cobertura (DRC), promoveu uma maior produção de massa seca; enquanto que a adubação a lanço foi a menos eficiente no acúmulo de massa seca pelas plantas de soja. Para a cultivar SYN 1279, a adubação potássica no sulco (DRS e o dobro da dose recomendada no sulco de plantio 2xDRS) foram mais efetivas no acúmulo de matéria seca e a adubação a lanço (DRL) proporcionou os menores índices.

Guareschi et al. (2011), estudando adubação antecipada na cultura da soja com superfosfato triplo e cloreto de potássio revestidos por polímeros também verificaram efeito da aplicação da adubação com P e K na produção de

massa fresca na cultura da soja e a ausência de adubação foi prejudicial ao desenvolvimento da cultura.

A massa seca de raiz das cultivares SYN 1379 IPRO, SYN 1263 RR e NC IPRO não foi influenciada pela adubação potássica (Tabela 7). Para a cultivar SYN 1279 RR foi observado maior índice de massa seca de raízes quando foi utilizado o modo DRC e DRS e 2xDRS, ao passo que a adubação à lanço (DRL) não favoreceu o crescimento de raízes.

Normalmente, a adubação com potássio na cultura da soja tem sido realizada no sulco de plantio, todavia, em razão do efeito salino e da alta solubilidade dos sais potássicos comumente utilizados, essa prática tem acarretado muitas vezes efeitos negativos no estabelecimento inicial da cultura, seja pela redução do poder germinativo, efeito sobre o enraizamento das plantas e/ou perdas por lixiviação (BERNARDI et al., 2009); porém isso não foi verificado nesta pesquisa para massa seca de raiz, uma vez que apenas a adubação a lanço e a testemunha na cultivar SYN 1279 RR apresentaram menores acúmulos de massa seca de raiz.

Diversos autores têm verificado diferentes respostas e efeitos da adubação potássica no sulco e a lanço devido aos efeitos de salinização, lixiviação, exigências do potássio nas fases iniciais do desenvolvimento da cultura e tipo de solo que está sendo implementada a cultura (MORAES; MENEZES, 2003; MOTERLE et al., 2009; OLIVEIRA et al., 2008; PETTER et al., 2014; SILVA; LAZARINI, 2014).

Tabela 7 Médias de massa seca de parte aérea (g) e massa seca de raiz (g) de plantas de quatro cultivares de soja, submetidas a diferentes métodos de adubação com potássio, desenvolvidas em casa de vegetação

Adubação	Massa seca de parte aérea das cultivares			
	SYN 1379	SYN 1263	NC	SYN 1279
DRS	25,40 Aa	14,76 Ba	18,46 Bb	28,13 Aa
2xDRS	25,36 Aa	14,50 Ca	20,33 Bb	27,16 Aa
DRL	26,60 Aa	15,23 Ba	11,46 Bc	13,43 Bd
DRC	24,83 Aa	13,93 Ba	23,16 Aa	23,16 Ab
TEST	24,06 Aa	15,13 Ba	18,70 Bb	18,13 Bc
Adubação	Massa seca de raiz das cultivares			
	SYN 1379	SYN 1263	NC	SYN 1279
DRS	6,13 Ba	4,66 Ba	7,03 Aa	8,26 Aa
2xDRS	5,80 Ba	3,93 Ba	5,80 Ba	9,10 Aa
DRL	6,10 Aa	5,16 Aa	4,26 Aa	4,10 Ac
DRC	5,00 Ba	4,83 Ba	5,03 Ba	8,63 Aa
TEST	6,86 Aa	5,26 Aa	4,50 Aa	6,23 Ab

*Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha pertencem ao mesmo agrupamento pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade. (DRS – dose de recomendada de K no sulco; 2xDRS – dobro da dose recomendada de K no sulco; DRL – dose recomendada de K a lanço; DRC – dose recomendada de K em cobertura; TEST – sem aplicação de K).

Em relação à produtividade de sementes da cultivar SYN 1379 IPRO não foi observada diferenças significativas sob as diferentes adubações (Tabela 8). Alguns autores também tem relatado o mesmo comportamento, em que a produtividade não foi alterada independente das épocas de aplicação do potássio em cobertura analisadas (BERNARDI et al., 2009; ZAMBIAZZI, 2014), e doses utilizadas (PETTER et al., 2012).

Porém este resultado pode variar em função das cultivares, como foi observado para a cultivar SYN 1263 RR, na qual maiores valores de produtividade foram obtidos quando utilizou-se as adubações dobro da dose recomendada no sulco e cobertura (2xDRS e DRC).

Para a cultivar NC IPRO, verifica-se menores produtividades de sementes de soja quando utilizou-se a adubação em cobertura (DRC) e quando não houve aplicação de potássio. Já para a cultivar SYN 1279 RR, maiores

médias de produtividade foram observadas quando da utilização da adubação a lanço (DRL), porém a mesma não diferiu da testemunha, talvez pelo fato da existência natural de K no solo.

Outros autores encontraram resultados semelhantes estudando a adubação com P e K na cultura da soja, os quais concluíram que esta adubação interferiu significativamente na produtividade alcançada pela soja e que a dose de P e K, responsável pela maior produtividade, foi o dobro da recomendação da análise de solo (GONÇALVES JÚNIOR et al., 2010). Malavolta (2006) afirma que dentre as práticas culturais, o aumento da quantidade de fertilizantes, principalmente potássicos e fosfatados, têm sido utilizados para se conseguir incrementos na produtividade.

Quando os incrementos da produtividade foram menores na adubação em cobertura e testemunha, este comportamento pode estar relacionado com a falta do nutriente potássio no início da fase de crescimento vegetativo (BELLALLOUI et al., 2013). Pedroso Neto e Rezende (2005), relataram que a aplicação de K em cobertura foi menos eficiente em proporcionar aumento de produtividade na soja em relação à aplicação de K no plantio, porém Marcandalli et al. (2008) verificou que a aplicação de potássio em cobertura aumenta a produtividade da soja de forma crescente a medida que aumenta a dose de potássio utilizada.

Contudo, pesquisas demonstram não haver diferença em produção de grãos entre adubação aplicada a lanço na semeadura ou no sulco de semeadura (BORKET et al., 2005). Porém, Salib et al. (2012), afirmaram que a aplicação a lanço de 80 kg ha^{-1} de K_2O aos 15 dias após a semeadura, conferiram as maiores produtividades na cultura da soja.

Tabela 8 Médias de produção de sementes (kg/ha) de quatro cultivares de soja produzidas em diferentes métodos de adubação com potássio, desenvolvidas em casa de vegetação

Adubação	Cultivares			
	SYN 1379	SYN 1263	NC	SYN 1279
DRS	4574 Aa	5389 Ab	6011 Aa	5213 Ac
2xDRS	4797 Ba	6690 Aa	6206 Aa	6846 Ab
DRL	5465 Ba	5910 Bb	6283 Ba	8293 Aa
DRC	5511 Ba	7218 Aa	4638 Bb	5005 Bc
TEST	5600 Ba	5913 Bb	5281 Bb	8241 Aa

*Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha pertencem ao mesmo agrupamento pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade. (DRS – dose de recomendada de K no sulco; 2xDRS – dobro da dose recomendada de K no sulco; DRL – dose recomendada de K a lanço; DRC – dose recomendada de K em cobertura; TEST – sem aplicação de K).

4.1.2 Avaliações fisiológicas das sementes

De acordo com os testes fisiológicos das sementes produzidas em casa de vegetação (Tabela 3A), houve significância do fator cultivar isolado para índice de velocidade de emergência e tempo médio de emergência. A interação entre os fatores cultivar e adubação foi significativa para todos os outros caracteres estudados.

O vigor das sementes, avaliado pelo índice de velocidade de emergência (IVE) e tempo médio de emergência (TME), foi maior para as cultivares SYN 1379 IPRO e SYN 1279 RR, em relação as demais (Tabela 9). Já o fator adubação não influenciou diretamente as características mencionadas. Resultados semelhantes também foram encontrados por Zambiazzi et al. (2014) onde o índice de velocidade de emergência variou entre as cultivares.

Tabela 9 Médias do índice de velocidade de emergência (IVE) e tempo médio de emergência (TME) de sementes de quatro cultivares de soja produzidas em casa de vegetação

Cultivares	IVE	TME
SYN 1379 IPRO	32,25 a	1,76 a
SYN 1263 RR	29,88 b	1,96 b
NC IPRO	16,10 c	2,23 c
SYN 1279 RR	37,47 a	1,57 a

*Médias seguidas pela mesma letra na coluna pertencem ao mesmo agrupamento pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

Pelo teste de emergência (Tabela 10) observa-se que a adubação com potássio a lanço (DRL) teve efeitos negativos na emergência da cultivar SYN 1379 IPRO, porém o mesmo não foi observado nas sementes produzidas em campo, ensaio 2 (Tabela 23). Para a cultivar SYN 1263 RR a adubação com potássio a lanço e cobertura (DRL e DRC) proporcionaram porcentagens de emergência de plântulas superiores as demais. A adubação na dose recomendada no sulco (DRS) prejudicou a emergência das plântulas na cultivar NC IPRO. Na cultivar SYN 1279 RR, foi observada alta qualidade fisiológica das sementes, não sendo influenciada pelos diferentes modos de adubação potássica estudados, o mesmo foi observado no ensaio 2 em campo (Tabela 23). Resultados semelhantes foram obtidos por Pedroso Neto e Rezende (2005) que verificaram que o vigor das sementes foi influenciado significativamente pelas doses do potássio, independente da dose e do modo de aplicação.

Tabela 10 Médias de emergência (%) de plântulas oriundas de sementes de quatro cultivares de soja produzidas em diferentes métodos de adubação com potássio, desenvolvidas em casa de vegetação

Adubação	Cultivares			
	SYN 1379	SYN 1263	NC	SYN 1279
DRS	100,00 Aa	89,33 Bb	47,33 Cb	98,00 Aa
2xDRS	100,00 Aa	89,33 Bb	66,00 Ca	99,33 Aa
DRL	92,00 Ab	96,00 Aa	59,00 Ba	93,33 Aa
DRC	100,00 Aa	94,66 Aa	61,33 Ba	100,00 Aa
TEST	99,33 Aa	82,00 Bc	57,33 Ca	100,00 Aa

*Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha pertencem ao mesmo agrupamento pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade. (DRS – dose de recomendada de K no sulco; 2xDRS – dobro da dose recomendada de K no sulco; DRL – dose recomendada de K a lanço; DRC – dose recomendada de K em cobertura; TEST – sem aplicação de K).

Pelos resultados de primeira contagem de germinação, observa-se que para a cultivar SYN 1379 IPRO e SYN 1263 RR não houve efeito significativo da adubação (Tabela 11), já para a cultivar NC IPRO observa-se que quando utilizou-se a dose recomendada de K no sulco e à laço houve menor porcentagem de plântulas normais aos 4 dias. A adubação dobro da dose recomendada no sulco (2xDRS) proporcionou menores valores de primeira contagem de germinação na cultivar SYN 1279 RR.

Com esses resultados, infere-se que a adubação potássica tem efeitos diversos na qualidade fisiológica de sementes em função das cultivares de soja. Resultados semelhantes foram obtidos por Pedroso Neto e Rezende (2005) e Petter et al. (2014), que verificaram que o vigor das sementes foi influenciado significativamente pelas doses do potássio, independente da dose e do modo de aplicação. Porém no experimento conduzido em campo não houve significância da adubação quanto a primeira contagem de germinação (Tabela 21).

Em relação aos resultados de germinação (Tabela 11), para as cultivares SYN 1379 IPRO, SYN 1263 RR e SYN 1279 RR não houve efeito significativo das adubações potássicas utilizadas no processo de produção sobre

a germinação das sementes. Este mesmo comportamento foi observado por Veiga et al. (2010) quando verificaram que a adubação potássica não afeta a germinação e o vigor das sementes produzidas, e que as respostas à adubação com potássio, em geral, variam em função da cultivar. Tal resultado também corrobora com o relatado por Carvalho et al. (2015), segundo os quais, a resposta a nutrição mineral pode estar condicionada ao genótipo. Fonseca e Sá (2005) estudando a qualidade física e fisiológica de sementes de duas cultivares de soja em função de doses de potássio e calcário, também concluíram que as cultivares evidenciaram comportamentos diferentes.

Para a cultivar NC IPRO (Tabela 11), apenas na adubação na dose recomendada no sulco (DRS) observou-se menores valores de germinação, ou seja, apesar do K estar disponível no solo para a planta no início da fase vegetativa, a cultivar apresentou baixo percentual de germinação, o que pode estar relacionado ao efeito salino do K.

De modo geral a cultivar NC IPRO apresentou menor percentual de germinação em relação as demais cultivares (Tabela 11), porém a mesma apresentou alta produtividade de sementes como visto anteriormente (Tabela 8). Assim, para uma empresa produtora de sementes, uma cultivar mesmo com alto potencial produtivo, mas com baixa qualidade fisiológica de sementes é descartada no processo final de recomendação de cultivares para plantio, mas para tanto, essa cultivar tem que ser avaliada em condições normais de produção de sementes, ou seja, no campo, para certificar que a mesma não produz sementes com alta qualidade fisiológica.

Tabela 11 Médias de primeira contagem de germinação (PC) e germinação (G) de sementes de quatro cultivares de soja produzidas em diferentes métodos de adubação com potássio, desenvolvidas em casa de vegetação

Adubação	Primeira Contagem de Germinação			
	SYN 1379	SYN 1263	NC	SYN 1279
DRS	90,33 Aa	80.66 Ba	38.00 Cb	96.66 Aa
2xDRS	89,33 Aa	82.66 Aa	74.66 Aa	82.00 Ab
DRL	90,66 Aa	77.33 Ba	46.00 Cb	98.66 Aa
DRC	93,33 Aa	88.00 Aa	67.66 Ba	92.00 Aa
TEST	94,66 Aa	84.66 Ba	66.00 Ca	96.00 Aa
Adubação	Germinação			
	SYN 1379	SYN 1263	NC	SYN 1279
DRS	100,00 Aa	90,66 Ba	53,33 Cb	99,33 Aa
2xDRS	96,66 Aa	94,00 Aa	82,00 Ba	99,33 Aa
DRL	98,66 Aa	92,66 Ba	80,66 Ca	99,33 Aa
DRC	98,00 Aa	98,00 Aa	80,66 Ba	100,00 Aa
TEST	99,33 Aa	97,33 Aa	78,00 Ba	99,33 Aa

*Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha pertencem ao mesmo agrupamento pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade. (DRS – dose de recomendada de K no sulco; 2xDRS – dobro da dose recomendada de K no sulco; DRL – dose recomendada de K a lanço; DRC – dose recomendada de K em cobertura; TEST – sem aplicação de K).

Pelos resultados de condutividade elétrica apresentados na Tabela 12, verifica-se que para a cultivar SYN 1379 IPRO não foram observadas diferenças entre as adubações potássicas utilizadas. Já para as cultivares SYN 1263 RR e NC IPRO, os maiores valores de condutividade elétrica foram observados nas sementes produzidas sob as adubações na dose e dobro da dose recomendada no sulco de plantio (DRS e 2xDRS). Para a cultivar SYN 1279 RR, os maiores valores de condutividade elétrica foram nas sementes produzidas sob a adubação a lanço (DRL). Esses maiores valores de condutividade podem estar ligados ao desarranjo estrutural das membranas ou a uma maior quantidade de nutrientes nos lixiviados.

Tabela 12 Médias de condutividade elétrica (CE) (ds cm⁻³) e lixiviação de potássio (K) (ppm) de sementes de quatro cultivares de soja produzidas em diferentes métodos de adubação com potássio, desenvolvidas em casa de vegetação

Adubação	CE			
	SYN 1379	SYN 1263	NC	SYN 1279
DRS	50,22 Aa	80,22 Bb	118,87 Cb	50,31 Aa
2xDRS	61,57 Aa	86,98 Bb	108,37 Cb	54,18 Aa
DRL	47,90 Aa	65,42 Ba	96,27 Ca	68,25 Bb
DRC	57,57 Aa	66,29 Ba	101,57 Ca	49,45 Aa
TEST	55,36 Aa	78,44 Bb	97,38 Ca	55,21 Aa
Adubação	K			
	SYN 1379	SYN 1263	NC	SYN 1279
DRS	196,33 Ab	240,33 Bb	581,66 Ce	215,33 Ab
2xDRS	187,00 Aa	257,66 Bb	521,00 Cc	205,33 Ab
DRL	205,33 Ab	207,00 Aa	492,00 Bb	210,33 Ab
DRC	203,33 Bb	242,00 Cb	315,33 Da	178,66 Aa
TEST	173,66 Aa	220,33 Ba	546,00 Cd	183,33 Aa

*Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha pertencem ao mesmo agrupamento pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade. (DRS – dose de recomendada de K no sulco; 2xDRS – dobro da dose recomendada de K no sulco; DRL – dose recomendada de K a lanço; DRC – dose recomendada de K em cobertura; TEST – sem aplicação de K).

O vigor das sementes das cultivares SYN 1263 RR e NC IPRO foi menor que o vigor das demais cultivares no teste de IVE e TME (Tabela 9). Isto corrobora com resultado da maior lixiviação de íons, uma vez que a maior lixiviação de solutos das sementes é a primeira consequência da redução do vigor das sementes de um lote, causada pela deterioração e por danos de embebição. Ambos interagem entre si, pois sementes com qualidade reduzida são mais susceptíveis aos danos de embebição e, conseqüentemente, ao aumento de lixiviados na água de imersão (MATTHEWS; POWELL, 2006).

Quanto aos resultados de lixiviação de potássio (Tabela 12), constatou-se que para a cultivar SYN 1379 IPRO os menores valores de K lixiviado foram observados quando a adubação com potássio foi feita com o dobro da dose recomendada no sulco (2xDRS) e para a testemunha, indicando uma maior organização do sistema de membranas. Para a cultivar SYN 1263 RR os

menores valores foram observados quando a adubação foi feita a lanço (DRL) e na testemunha. Na cultivar NC IPRO, foram observados os maiores valores de lixiviados, independente da adubação, o que pode estar ligado à baixa qualidade da mesma, o que também foi constatado nos testes de primeira contagem de germinação, germinação, emergência e condutividade elétrica. No exsudato do teste de lixiviação de potássio, o aumento das quantidades de lixiviados está relacionado com queda na germinação e vigor das sementes (BINOTTI et al., 2008). Zucareli et al. (2013), também encontrou a correlação positiva da condutividade elétrica com a lixiviação de íons potássio e magnésio para determinação do vigor em sementes de milho doce.

Para a cultivar SYN 1279 RR os menores valores de lixiviados foram observados quando não foi adubada (testemunha) e quando a adubação foi feita em cobertura (DRC). Observa-se de um modo geral que a maioria dos métodos de adubação com potássio utilizados não diferiram da testemunha, no geral os resultados explícitos neste trabalho evidenciam que a resposta à adubação está mais relacionada ao genótipo do que ao método de adubação.

4.1.3 Análise isoenzimática das sementes

De acordo com o perfil eletroforético da enzima malato desidrogenase (Figura 1 e 1B) observa-se que na cultivar SYN 1379 IPRO houve maior expressão da enzima MDH quando se utilizou as adubações DRS, 2xDRS e DRC (dose recomendada de K no sulco, dobro da dose de K recomendada no sulco e cobertura respectivamente). Não houve diferença na expressão da enzima MDH em relação à adubação potássica na cultivar SYN 1263 RR. Já nas cultivares NC IPRO e SYN 1279 RR maior expressão da MDH foi observada nas adubações DRL e DRC (dose recomendada de K a lanço e cobertura).

Em todas as cultivares foi observada a expressão da enzima MDH, porém o tratamento DRC (dose recomendada de K em cobertura) proporcionou maior expressão da enzima em três das cultivares estudadas, sendo estas a SYN 1379, NC IPRO e SYN 1279. No geral observa-se maior expressão desta enzima na cultivar NC IPRO, fato este que corrobora com os resultados fisiológicos e de vigor nos quais a cultivar NC IPRO apresentou resultados inferiores, uma vez que maior expressão de MDH indica maior atividade respiratória e possivelmente o avanço do processo de deterioração.

As variações observadas na expressão da MDH neste trabalho foram muito próximas entre os tratamentos utilizados o que pode ser explicada pelo fato da MDH ser uma enzima que está presente em todas as células o que pode mascarar o resultado.

A MDH é uma enzima ativada principalmente durante o processo de respiração celular, regenerando uma molécula de oxalacetato a partir da oxidação de uma molécula de malato, mantendo ativo o fluxo oxidativo durante o ciclo do ácido cítrico (ciclo de Krebs), característico de uma das etapas do processo respiratório aeróbico. Durante a germinação de sementes, essa enzima também atua no processo de gliconeogênese, responsável pela geração de sacarose a partir de triacilgliceróis presentes no interior dos oleossomos, nos tecidos de reserva da semente (COSTA et al., 2008).

Pesquisas que relacionem a nutrição mineral e a atividade enzimática em sementes de soja são escassas, nesta linha. Veiga et al. (2010) não constataram diferenças entre as atividades da MDH em função da adubação potássica e da calagem ao contrário dos resultados aqui apresentados.

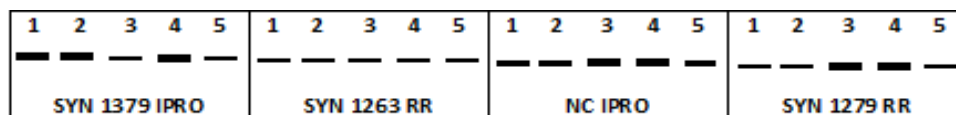


Figura 1 Zimograma dos padrões enzimáticos de sementes de quatro cultivares de soja produzidas em diferentes métodos de adubação com potássio, desenvolvidas em casa de vegetação, revelados para Malato Desidrogenase (MDH). Sendo: 1 (Dose recomendada de K no sulco - DRS), 2 (Dobro da dose recomendada de K no sulco- 2xDRS), 3 (Dose recomendada de K a lanço- DRL), 4 (Dose recomendada de K em cobertura-DRC) e 5 (Testemunha - sem aplicação de K-TEST).

Para a enzima álcool desidrogenase (ADH) observa-se maior expressão da enzima em sementes das cultivares SYN 1379 IPRO e NC IPRO, em relação à verificada em sementes das cultivares SYN 1263 RR e SYN 1279 RR que não apresentaram diferenças entre as adubações utilizadas (Figura 2 e 2B).

Na cultivar SYN 1379 IPRO maior expressão da ADH foi observada quando se utilizou as adubações DRS, 2xDRS e DRC (dose recomendada de K no sulco, dobro da dose recomendada de K no sulco e cobertura respectivamente). Na cultivar NC IPRO maior expressão desta enzima foi observada nas adubações DRS, 2xDRS e DRL.

Um aumento da expressão da ADH sugere uma respiração anaeróbica. Essa enzima é relevante, pois converte o acetaldeído em etanol, um composto com menor toxicidade, e reduz a velocidade do processo de deterioração (VEIGA et al., 2010). Portanto com maior expressão da enzima ADH, as sementes ficam menos susceptíveis à ação deletéria do acetaldeído.

Baldoni (2013) e Carvalho et al. (2014) constataram maiores expressões da ADH em sementes de cultivares de soja que apresentaram melhor qualidade fisiológica, porém isto não se aplica a cultivar NC IPRO que apresentou qualidade fisiológica inferior as demais.

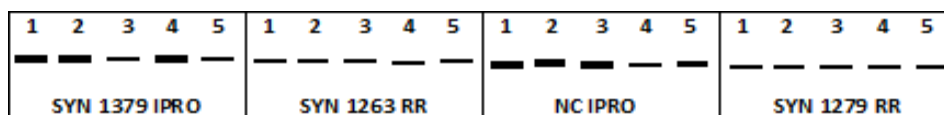


Figura 2 Zimograma com os padrões enzimáticos de sementes de quatro cultivares de soja produzidas em diferentes métodos de adubação com potássio, desenvolvidas em casa de vegetação, revelados para Álcool Desidrogenase (ADH). Sendo: 1 (Dose recomendada de K no sulco -DRS), 2 (Dobro da dose recomendada de K no sulco-2xDRS), 3 (Dose recomendada de K a lanço-DRL), 4 (Dose recomendada de K em cobertura-DRC) e 5 (Testemunha - sem aplicação de K-TEST).

Na Figura 3 e 3B, foram verificadas diferenças na expressão da enzima esterase (EST) em sementes submetidas aos diferentes métodos de adubação com potássio.

Para as cultivares SYN 1379 IPRO e SYN 1279 RR, foi observada maior expressão da enzima quando se utilizou as adubações DRS e 2xDRS (dose recomendada de K no sulco e dobro da dose no sulco).

Maior incremento na expressão da enzima EST, na cultivar SYN 1263 RR e NC IPRO foi observado nas adubações 2xDRS e DRC (dobro da dose recomendada de K no sulco e cobertura), o que pode estar relacionado a maiores valores de germinação, pois a EST está envolvida no desdobramento de lipídeos, durante o processo de germinação das sementes. Esse processo é relevante para a retomada do crescimento do eixo embrionário, principalmente em sementes ricas em lipídeos, como é o caso da soja (VEIGA et al., 2010). Mavaieie (2014) constatou que a esterase também é eficiente na detecção das variações na qualidade fisiológica de sementes de soja.

A adubação 2xDRS proporcionou maior expressão da enzima esterase em todas as cultivares ou seja a maior concentração de potássio no solo pode estar ligada com a atividade da álcool desidrogenase em sementes de soja, o que corrobora com Veiga et al. (2010).

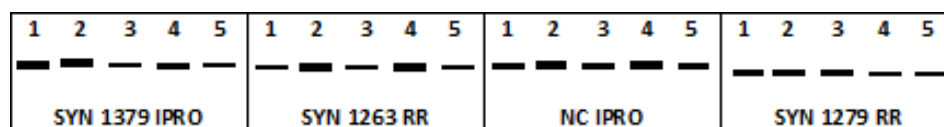


Figura 3 Zimograma dos padrões enzimáticos de sementes de quatro cultivares de soja produzidas em diferentes métodos de adubação com potássio, desenvolvidas em casa de vegetação, revelados para esterase (EST). Sendo: 1 (Dose recomendada de K no sulco -DRS), 2 (Dobro da dose recomendada de K no sulco-2xDRS), 3 (Dose recomendada de K a lanço-DRL), 4 (Dose recomendada de K em cobertura-DRC) e 5 (Testemunha - sem aplicação de K-TEST).

Para a enzima superóxido dismutase (SOD), foi observada maior expressão nas cultivares SYN 1263 RR e SYN 1279 RR, as quais contém a tecnologia RR1, porém as diferentes adubações estudadas não diferiram dentro das mesmas (Figura 4 e 4B).

Para a cultivar SYN 1379 IPRO, houve atividade da enzima SOD porém não apresentou diferenças nas adubações. Já na cultivar NC IPRO maior expressão da enzima foi observada na adubação DRL (dose recomendada de K a lanço). Observa-se ainda que no geral a cultivar NC IPRO apresentou menor expressão da SOD, o que pode estar relacionado com sua menor qualidade fisiológica observada nos testes fisiológicos e de vigor, o que corrobora com Baldoni (2013) que também observou menor expressão desta enzima em sementes com qualidade fisiológica reduzida.

É de grande importância à manutenção da atividade de isoenzimas dos sistemas antioxidante, como a (SOD) e a (PO), pois atuam na remoção e redução de espécies reativas de oxigênio (EROS) que podem causar danos celulares (DEUNER et al., 2011; MOLLER; JENSEN; HANSSON, 2007) e afetar a qualidade das sementes.

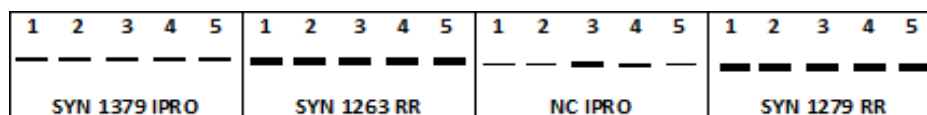


Figura 4 Zimograma com os padrões enzimáticos de sementes de quatro cultivares de soja produzidas em diferentes métodos de adubação com potássio, desenvolvidas em casa de vegetação, revelados para Superóxido Dismutase (SOD). Sendo: 1 (Dose recomendada de K no sulco -DRS), 2 (Dobro da dose recomendada de K no sulco-2xDRS), 3 (Dose recomendada de K a lanço-DRL), 4 (Dose recomendada de K em cobertura-DRC) e 5 (Testemunha - sem aplicação de K-TEST).

Maior expressão da isocitrato liase (ICL) foi observada nas sementes das cultivares SYN 1263 RR e SYN 1279 RR em comparação com as outras cultivares que são IPRO (Figura 5 e 5B), porém não observou-se diferenças quanto a adubação com potássio em nenhuma das cultivares. Assim sendo, parece que as variações da expressão da enzima é dependente do genótipo e não do tipo de adubação potássica utilizada. Carvalho et al. (2014) constatou maior expressão desta enzima nas sementes de melhor qualidade fisiológica.

A isocitrato liase (ICL) participa do ciclo do glioxilato, nos glioxissomos, envolvida no metabolismo de lipídeos armazenados nas sementes oleaginosas, como é o caso da soja. A atividade desta enzima aumenta durante a germinação das sementes, obtendo-se valores máximos quando ocorre o pico de lipídeos degradados que são convertidos em sacarose (BEWLEY; BLACK, 1994). Martins et al. (2000) constataram a importância da ICL e do ciclo do glioxilato para o processo germinativo em sementes de soja e também maior atividade da ICL em sementes da cultivar Doko em relação à CAC-1. Vale ressaltar que sementes da cultivar Doko tendem a apresentar alta qualidade fisiológica (BRACCINI et al., 1994, 1998; COSTA, 1986).

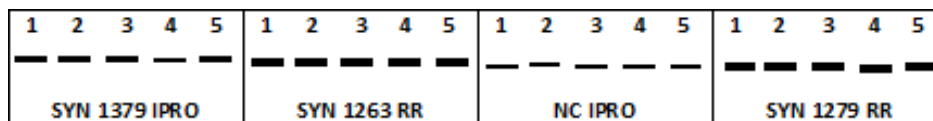


Figura 5 Zimograma com os padrões enzimáticos de sementes de quatro cultivares de soja produzidas em diferentes métodos de adubação com potássio, desenvolvidas em casa de vegetação, revelados para Isocitrato liase (ICL). Sendo: 1 (Dose recomendada de K no sulco -DRS), 2 (Dobro da dose recomendada de K no sulco-2xDRS), 3 (Dose recomendada de K a lanço-DRL), 4 (Dose recomendada de K em cobertura-DRC) e 5 (Testemunha - sem aplicação de K-TEST).

O mesmo comportamento foi observado na figura 6 e 6B, onde está apresentada a expressão da enzima peroxidase. Houve maior expressão desta enzima apenas para as cultivares SYN 1263 RR e SYN 1279 RR que apresentam a tecnologia RR1, porém os modos de adubação com potássio não influenciou na expressão da mesma. O que pode ser explicado segundo Carvalho et al. (2014) que as expressões isoenzimáticas são variáveis conforme o genótipo. Assim as sementes de soja que possuem a tecnologia RR1 e as que possuem a tecnologia RR2Bt podem gerar diferentes expressões das enzimas o que explicaria tal comportamento.

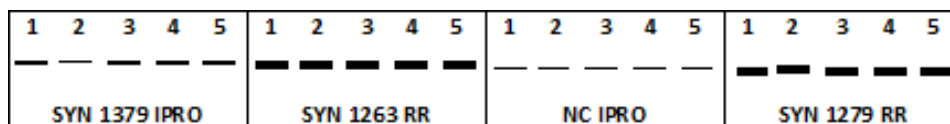


Figura 6 Padrões enzimáticos de sementes de quatro cultivares de soja produzidas em diferentes métodos de adubação com potássio, desenvolvidas em casa de vegetação, revelados para Peroxidase (PEX). Sendo: 1 (Dose recomendada de K no sulco -DRS), 2 (Dobro da dose recomendada de K no sulco-2xDRS), 3 (Dose recomendada de K a lanço-DRL), 4 (Dose recomendada de K em cobertura-DRC) e 5 (Testemunha - sem aplicação de K-TEST).

4.1.4 Análise sanitária das sementes

Pelos resultados do *Blotter test* das sementes de soja produzidas sob adubação com potássio, observou-se que os fungos encontrados nas sementes foram *Fusarium*, *Phomopsis*, *Alternaria*, *Penicilium*, *Cercospora kikuchii*, *Aspergillus* e *Coletotrichum* sp. Verificou-se por meio da análise de variância (Tabela 4A), que houve significância apenas para três destes fungos. Observa-se significância do fator cultivar isolado para o fungo *Phomopsis* e a interação cultivar e adubação foi significativa para *Alternaria* e *Cercospora kikuchii*.

A incidência de *Phomopsis* sp. nas sementes de soja, variou em função das cultivares. Sendo a menor incidência verificada nas sementes das cultivares SYN 1379 IPRO e NC IPRO (Tabela 13).

Tabela 13 Incidência (%) de *Phomopsis* sp. em sementes de quatro cultivares de soja produzidas em diferentes métodos de adubação com potássio, desenvolvidas em casa de vegetação

Cultivares	Média
SYN 1379 IPRO	2,26 a
SYN 1263 RR	2,85 b
NC IPRO	2,00 a
SYN 1279 RR	2,97 b

*Médias seguidas pela mesma letra na coluna pertencem ao mesmo agrupamento pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

Com relação à incidência de *Alternaria*, o modo de adubação com K em cobertura interferiu negativamente na incidência desse fungo apenas nas sementes da cultivar NC IPRO (Tabela 14).

Entre os nutrientes, o potássio é apontado como o que mais exerce influência sobre as doenças da soja. O potássio é um nutriente de crucial importância para as reações metabólicas da planta. De forma geral, o fornecimento equilibrado de potássio à planta, diminui a incidência de doenças em razão do aumento da resistência à penetração e desenvolvimento de alguns

patógenos. Além de aumentar a espessura da parede celular, o potássio, proporciona maior rigidez dos tecidos, regulação funcional dos estômatos e promovem a rápida recuperação dos tecidos que sofreram injúria (HUBER; ARNY, 1985; MARSCHNER, 1986).

Com relação à presença do fungo *Cercospora kikuchii* a ausência de adubação com potássio favoreceu a incidência deste patógeno nas sementes da cultivar SYN 1263 RR e a adubação potássica a lanço proporcionou aumento no nível deste na cultivar NC IPRO (Tabela 14). Fato este, que pode ter contribuído para a menor qualidade obtida pelas sementes da cultivar NC IPRO, nos testes de vigor e fisiológicos (Tabelas 9, 10,11 e 12).

De acordo com os pesquisadores Ito et al. (1993, 1994) e Mascarenhas et al. (1976), há indícios de que a adubação potássica em doses crescentes chegando a 600 kg.ha^{-1} (cerca de 300 mg.dm^{-3}) diminui linearmente a severidade dos sintomas de várias doenças da soja como a queima foliar (*Cercospora kikuchii*), a seca da haste e da vagem (*Phomopsis phaseoli var. sojae*),

De acordo com Marschner (1995), o potássio provoca o espessamento dos tecidos, conferindo à planta maior resistência ao acamamento e às doenças, sendo considerado o nutriente que exerce maior influência sobre as doenças, apresentando efeito benéfico na sanidade das plantas, na maioria das espécies estudadas (PERRENOUD, 1990), o que pode explicar a baixa incidência de fungos nas sementes produzidas sob a adubação potássica neste trabalho.

Tabela 14 Incidência (%) de *Alternaria* spp. e *Cercospora kikuchii* spp em sementes de quatro cultivares de soja produzidas em diferentes métodos de adubação com potássio, desenvolvidas em casa de vegetação

<i>Alternaria</i> spp.				
Adubação	SYN 1379	SYN 1263	NC	SYN 1279
DRS	1,21 Aa	1,21 Aa	1,00 Aa	1,00 Aa
2xDRS	1,00 Aa	1,21 Aa	1,00 Aa	1,00 Aa
DRL	1,00 Aa	1,00 Aa	1,21 Aa	1,21 Aa
DRC	1,21 Aa	1,00 Aa	1,86 Bb	1,21 Aa
TEST	1,00 Aa	1,00 Aa	1,00 Aa	1,00 Aa
<i>Cercospora kikuchii</i> spp				
Adubação	SYN 1379	SYN 1263	NC	SYN 1279
DRS	1,00 Aa	1,00 Aa	1,36 Aa	1,00 Aa
2xDRS	1,00 Aa	1,00 Aa	1,00 Aa	1,00 Aa
DRL	1,00 Aa	1,00 Aa	2,00 Bb	1,00 Aa
DRC	1,00 Aa	1,00 Aa	1,00 Aa	1,00 Aa
TEST	1,00 Aa	1,50 Bb	1,00 Aa	1,00 Aa

*Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha pertencem ao mesmo agrupamento pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade. (DRS – dose de recomendada de K no sulco; 2xDRS – dobro da dose recomendada de K no sulco; DRL – dose recomendada de K a lanço; DRC – dose recomendada de K em cobertura; TEST – sem aplicação de K).

4.2 Ensaio 2 – Campo

4.2.1 Avaliações agronômicas

Do mesmo modo que no ensaio 1 (casa de vegetação), também foram realizadas as avaliações agronômicas no ensaio 2 (campo), e pelos resultados da análise de variância (Tabelas 5A e 6A), observou-se significância do fator cultivar isolado para altura de planta (AP), altura de inserção do primeiro legume (APL), número de legumes por planta (NL), número de sementes (NS), peso de mil sementes (PMS), produtividade (P), matéria seca de raiz (MSR) e teores foliares de fósforo, magnésio, enxofre, manganês e zinco. O fator adubação isolado foi significativo para altura de plantas, produtividade, matéria

seca de raiz e teores foliares de fósforo, magnésio, enxofre, manganês e zinco. Já para a interação dos fatores cultivar*tratamento, houve significância apenas para os teores foliares de nitrogênio, potássio, cálcio, boro e ferro.

Pelos resultados apresentados na Tabela 15, observa-se que não houve influência da dose e do modo de aplicação do potássio para os parâmetros altura de planta (AP), altura do 1º legume (APL), número de legumes (NL), número de sementes (NS), peso de mil sementes (PMS), produtividade (P) e matéria seca de raiz (MSR). Resultados semelhantes foram observados por Zambiazzi (2014) que constatou que não há influência da aplicação do potássio em cobertura após a semeadura para a produtividade de grãos, acamamento, altura de inserção de primeiro legume e altura de plantas de soja.

Para os caracteres agronômicos avaliados, as maiores médias para altura de plantas e altura de inserção do primeiro legume foram observadas na cultivar SYN 1279 RR. Para os caracteres número de legumes, número de sementes e massa seca de raiz as maiores médias encontradas foram para as cultivares SYN 1379 IPRO e SYN 1279 RR. Já para o peso de mil sementes e produtividade melhores médias foram observadas na cultivar NC IPRO (Tabela 15). Bernardi et al. (2009) e Petter et al. (2012) também não constataram respostas significativas a produtividade de grãos em soja com a aplicação de potássio em diferentes doses e épocas. Salib et al. (2012) não observaram variações quanto às épocas de aplicação de potássio para o peso de mil sementes de soja, porém o número de legumes e a produtividade apresentaram variação estatística quando houve a aplicação do potássio.

De acordo com Lambert, Meyer e Klepker (2007), além da produtividade de grãos outras características agronômicas são de interesse e desejáveis na cultura da soja, como a altura de plantas, altura de inserção do primeiro legume e índice de acamamento, sendo estas características dependentes do genótipo, fatores ambientais, fertilidade do solo, clima, ano

agrícola e umidade, o que pode justificar o comportamento diferenciado das cultivares para as características agronômicas nesta pesquisa.

Não houve significância das diferentes adubações potássicas para as características agronômicas nesta pesquisa, porém resultados contrários foram encontrados por outros autores, como Gonçalves Júnior et al. (2010) que observaram que o número de legumes presentes em cada planta e a produtividade aumentaram significativamente, conforme foi aumentando as doses de K_2O . As condições ambientais, tipo de solo, tecnologia de produção são fatores que influenciam diretamente nas respostas à adubação (CARVALHO; NAKAGAWA, 2000), o que provavelmente ocorreu neste trabalho.

Tabela 15 Médias de altura de planta (AP), altura do 1º legume (APL), número de legumes (NL), número de sementes (NS), peso de mil sementes (PMS), produtividade (P) e matéria seca de raiz (MSR) das plantas de quatro cultivares de soja submetidas a diferentes métodos de adubação com potássio a campo

Cultivares	AP	APL	NL	NS	PMS	P	MSR
SYN 1379 IPRO	28,5 c	6,5 b	391 a	885 a	12,26 c	2692,75 b	5,3 a
SYN 1263 RR	33,7 b	6,7 b	244 b	564 b	12,82 c	2653,96 b	4,6 b
NC IPRO	33,1 b	7,0 b	258 b	579 b	16,33 a	2991,46 a	5,0 b
SYN 1279 RR	51,8 a	8,0 a	381 a	915 a	13,65 b	2779,11 b	5,6 a

*Médias seguidas pela mesma letra na coluna pertencem ao mesmo agrupamento pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

O fator cultivar isolado também foi significativo para os teores foliares de fósforo (P), magnésio (Mg), enxofre (S), manganês (Mn) e zinco (Zn) (Tabela 16). Maior teor de fósforo foi encontrado nas folhas da cultivar NC IPRO. Para os teores foliares de magnésio as maiores médias foram observadas nas cultivares SYN 1379 IPRO e NC IPRO. Menores quantidades de enxofre foram encontradas nas folhas da cultivar NC IPRO. Para o manganês a maior média foi observada na cultivar SYN 1279 RR e para o zinco a maior média foi

encontrada na cultivar SYN 1379 IPRO. Assim pode-se afirmar que os teores dos nutrientes nas folhas de soja não foram influenciados pela adubação potássica e sim pelo genótipo de cada cultivar.

Tabela 16 Médias dos teores de fósforo % (P), magnésio % (Mg), enxofre % (S), manganês % (Mn) e zinco % (Zn) nas folhas de quatro cultivares de soja submetidas a diferentes métodos de adubação com potássio a campo

Cultivares	P	Mg	S	Mn	Zn
SYN 1379 IPRO	3,41 c	4,08 a	2,67 a	22,89 b	52,59 a
SYN 1263 RR	3,74 b	3,58 b	2,71 a	25,22 b	42,30 b
NC IPRO	4,23 a	4,40 a	2,55 b	25,30 b	46,69 b
SYN 1279 RR	3,47 c	3,66 b	2,66 a	28,76 a	40,95 b

*Médias seguidas pela mesma letra na coluna pertencem ao mesmo agrupamento pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

Para os resultados de altura de planta maiores índices foram constatados nos tratamentos onde se utilizou adubação potássica a lanço, independente da dosagem utilizada (Tabela 17). O mesmo foi observado por Lana et al. (2002) os quais afirmaram que a adubação potássica contribuiu positivamente para altura de plantas de soja.

Considerando as médias de matéria seca de raiz, a dose e dobro da dose de potássio quando aplicado no sulco e o dobro da dose aplicado em cobertura afetou negativamente a formação de raízes provavelmente devido ao efeito salino do adubo nesta dose. Menor valor de massa seca de raiz foi encontrado na testemunha, ao contrário do observado por Rosseto e Marcos Filho (1995) que verificou maior massa seca de raiz na ausência da adubação potássica em soja.

A adubação com potássio na cultura da soja realizada no sulco de plantio tem acarretado muitas vezes efeitos negativos no estabelecimento inicial da cultura, seja pela redução do poder germinativo, efeito sobre o enraizamento das plantas e/ou perdas por lixiviação, em razão do efeito salino e da alta

solubilidade dos sais potássicos comumente utilizados (BERNARDI et al., 2009).

Da mesma forma, podem estar relacionados aos resultados finais de produtividade apresentados na Tabela 17, onde a utilização de adubação a lanço, com a dose recomendada de K ou dobro da dose e a dose recomendada de K em cobertura proporcionaram médias superiores aos demais tratamentos. Sousa, Lobato e Miranda (1993) afirmam que a aplicação de adubos potássicos nos solos de cerrado deve ser feita preferencialmente a lanço, pois estes solos possuem baixa CTC e a alta concentração do nutriente provocada por grandes doses, distribuídos em pequeno volume do solo favorece as perdas por lixiviação. Considerando os resultados de lixiviação apresentados por Sousa, Lobato e Miranda (1993) e o efeito da salinização no enraizamento verificado neste trabalho, pode-se entender melhor o reflexo positivo da adubação a lanço na produtividade.

Quanto à produção de sementes, pode-se afirmar que uma planta bem nutrida está em condições de produzir um maior número de sementes, o que evidencia a influência da nutrição na produção de sementes (KANO et al., 2006). Assim, todos os tratamentos com adubação potássica proporcionaram médias superiores em relação à testemunha, o que evidencia a importância deste nutriente para o cultivo da soja no cerrado (Tabela 17). Também Serafim et al. (2012) encontraram resposta positiva da adubação potássica no aumento do rendimento de grãos de soja.

Tabela 17 Médias de altura de planta (AP), massa seca de raiz (MSR) e produtividade (P) das plantas de quatro cultivares de soja submetidas a diferentes métodos de adubação com potássio a campo

Adubação	AP	MSR	P
DRS	36,94 b	2674,12 b	2674,12 b
2Xdrs	37,44 b	2677,50 b	2677,50 b
DRL	38,87 a	3044,12 a	3044,12 a
2xDRL	40,19 a	3079,00 a	3079,00 a
DRC	35,13 c	3027,81 a	3027,81 a
2xDRC	35,69 c	2705,56 b	2705,56 b
TEST	33,25 d	2247,12 c	2247,12 c

*Médias seguidas pela mesma letra na coluna pertencem ao mesmo agrupamento pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade. (DRS – dose recomendada de K no sulco; 2xDRS – dobro da dose recomendada de K no sulco; DRL – dose recomendada de K a lanço; 2xDRL – dobro da dose recomendada de K a lanço; DRC – dose recomendada de K em cobertura; 2xDRC – dobro da dose recomendada de K em cobertura; TEST – sem aplicação de K).

Observa-se que de uma maneira geral, os maiores teores de fósforo, magnésio, enxofre, manganês e zinco foram encontrados quando foi aplicado o K em adubação de cobertura, na dose recomendada e também no dobro da dose para S, Mn e Zn conforme apresentado na Tabela 18.

Para os teores médios de manganês, observa-se menores teores na testemunha e quando utilizada adubação a lanço na dose recomendada de K. O teor de magnésio foi influenciado negativamente quando se trabalhou com adubação potássica a lanço e em cobertura no dobro da dose para ambas (Tabela 18), o que pode ser atribuído ao antagonismo entre o macronutriente primário (potássio) e o secundário (magnésio) conforme observado por Tanaka et al. (1997).

Bevilaqua et al. (1996) observaram maior absorção de nutrientes pelas plantas de soja e milho, respectivamente, a medida em que o fertilizante foi colocado mais próximo da semente.

Tabela 18 Médias dos teores de fósforo (P) (g/kg³), magnésio (Mg) (g/kg³), enxofre (S) (g/kg³), manganês (Mn) (mg/kg³) e zinco (Zn) (mg/kg³) nas folhas de quatro cultivares de soja submetidas a diferentes métodos de adubação com potássio a campo

Adubação	P	Mg	S	Mn	Zn
DRS	3,61 c	3,97 a	2,56 b	27,28 a	43,14 b
2xDRS	3,69 c	4,05 a	2,59 b	29,20 a	46,23 b
DRL	3,74 c	3,89 a	2,61 b	22,23 b	37,13 b
2xDRL	3,63 c	3,57 b	2,60 b	24,85 a	41,42 b
DRC	4,06 a	4,11 a	2,84 a	26,59 a	57,69 a
2xDRC	3,83 b	3,69 b	2,73 a	28,17 a	54,69 a
TEST	3,46 c	4,23 a	2,56 b	20,50 b	39,11 b

*Médias seguidas pela mesma letra na coluna pertencem ao mesmo agrupamento pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade. (DRS – dose recomendada de K no sulco; 2xDRS – dobro da dose recomendada de K no sulco; DRL – dose recomendada de K a lanço; 2xDRL – dobro da dose recomendada de K a lanço; DRC – dose recomendada de K em cobertura; 2xDRC – dobro da dose recomendada de K em cobertura; TEST – sem aplicação de K).

Considerando os resultados médios do teor de nitrogênio nas folhas apresentado na Tabela 19, verifica-se que para a cultivar SYN 1379 IPRO não foram observadas diferenças entre as adubações potássicas utilizadas. A adubação com a dose recomendada de K em cobertura na cultivar NC IPRO e com o dobro da dose recomendada em cobertura para a cultivar SYN 1263 RR proporcionaram as melhores médias, já para a cultivar SYN 1279 RR a dose e o dobro da dose recomendada de K no sulco proporcionaram menores valores de nitrogênio nas folhas de soja.

Para os resultados médios do teor de potássio na folha nas cultivares SYN 1379 IPRO e SYN 1263 RR não foram encontradas diferenças entre as adubações com potássio. Para as demais cultivares as respostas foram distintas. Na cultivar SYN 1279 RR maiores teores de potássio foram observados quando se utilizou adubação potássica no sulco, independente da dose, já para a cultivar NC IPRO os menores valores foram constatados com adubação potássica dose recomendada no sulco e em cobertura (Tabela 19).

Tabela 19 Médias dos teores de nitrogênio (g/kg³) e potássio (g/kg³) nas folhas de quatro cultivares de soja submetidas a diferentes métodos de adubação com potássio a campo

Adubação	Teor de Nitrogênio nas cultivares			
	SYN 1379	SYN 1263	NC	SYN 1279
DRS	47,42 Aa	47,35 Ab	42,52 Bb	42,45 Bc
2xDRS	46,37 Aa	46,67 Ab	40,82 Bb	47,77 Ab
DRL	43,92 Ca	47,72 Bb	38,45 Db	53,15 Aa
2xDRL	43,77 Ba	47,10 Bb	42,57 Bb	52,45 Aa
DRC	46,55 Ba	45,45 Bb	46,70 Ba	55,25 Aa
2xDRC	47,95 Ba	51,97 Aa	42,27 Cb	53,87 Aa
TEST	43,20 Ba	44,85 Bb	42,2 Bb	56,02 Aa
Adubação	Teor de Potássio nas cultivares			
	SYN 1379	SYN 1263	NC	SYN 1279
DRS	16,02 Ba	15,30 Ba	19,92 Ab	19,80 Aa
2xDRS	16,12 Ca	15,35 Ca	22,37 Aa	18,35 Ba
DRL	14,37 Ca	13,32 Ca	23,97 Aa	17,15 Bb
2xDRL	14,20 Ca	14,15 Ca	22,45 Aa	16,60 Bb
DRC	14,67 Ba	16,00 Ba	18,82 Ab	17,25 Ab
2xDRC	14,12 Ca	14,17 Ca	20,87 Aa	17,02 Bb
TEST	15,00 Aa	16,12 Aa	16,85 Ac	15,05 Ab

*Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha pertencem ao mesmo agrupamento pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade. (DRS – dose recomendada de K no sulco; 2xDRS – dobro da dose recomendada de K no sulco; DRL – dose recomendada de K a lanço; 2xDRL – dobro da dose recomendada de K a lanço; DRC – dose recomendada de K em cobertura; 2xDRC – dobro da dose recomendada de K em cobertura; TEST – sem aplicação de K).

Pelos resultados dos teores médios de cálcio na folha apresentados na Tabela 20, não foram detectadas diferenças entre os tratamentos para as cultivares SYN 1379 IPRO e SYN 1279 RR. A utilização de adubação potássica a lanço na dose recomendada proporcionou maiores teores do nutriente nas cultivares SYN 1263 RR e NC IPRO, sendo que na cultivar NC IPRO ainda observou-se maior média também na adubação potássica dose recomendada em cobertura.

No presente trabalho como se utilizou dose e dobro das doses de potássio, o maior acúmulo de potássio (K) provavelmente pode ter

proporcionado redução de Ca e Mg foliar devido ao antagonismo de macronutriente primário e secundário. Veja que muito embora tenha se observado diferença significativa para o teor de Ca não existe associação linear entre o acúmulo de K e redução de Ca. O mesmo fato pode ser observado para o teor de Mg. Resultado semelhante foi observado por Zambizzi et al. (2014).

Para o teor de boro nas folhas, não foram observadas diferenças entre os tratamentos para as cultivares SYN 1379 IPRO, SYN 1263 RR e SYN 1279 RR (Tabela 20). Já para a cultivar NC IPRO, foram observados os maiores valores de boro na folha quando se trabalhou com o dobro da dose recomendada de K no sulco e em cobertura, porém as mesmas não diferiram da testemunha.

Quando avaliado o teor de ferro nas folhas, na cultivar SYN 1379 IPRO as adubações que proporcionaram maiores teores de ferro nas folhas foram o dobro da dose recomendada de K no sulco (2xDRS) e a dose recomendada em cobertura (DRC). Não foram observadas diferenças entre os tratamentos para as cultivares SYN 1263 RR e SYN 1279 RR, já para a cultivar NC IPRO a utilização do dobro da dose de K em cobertura, proporcionou menores teores médios de ferro e a mesma não diferiu da testemunha (Tabela 20).

Tabela 20 Médias dos teores de cálcio (g/kg³), boro (mg/kg³) e ferro (mg/kg³) nas folhas de quatro cultivares de soja submetidas a diferentes métodos de adubação com potássio a campo

Adubação	Teor de cálcio nas cultivares			
	SYN 1379	SYN 1263	NC	SYN 1279
DRS	10,85 Aa	8,02 Bb	9,40 Bb	9,32 Ba
2xDRS	10,80 Aa	7,95 Bb	10,35 Ab	8,97 Ba
DRL	11,65 Aa	9,12 Ba	11,80 Aa	9,22 Ba
2xDRL	10,97 Aa	7,77 Bb	10,20 Ab	9,62 Aa
DRC	11,77 Aa	8,30 Bb	11,85 Aa	9,00 Ba
2xDRC	11,97 Aa	8,22 Cb	8,95 Cb	10,05 Ba
TEST	11,47 Aa	10,00 Ba	10,00 Bb	8,45 Ca
Adubação	Teor de boro nas cultivares			
	SYN 1379	SYN 1263	NC	SYN 1279
DRS	24,21 Aa	21,99 Aa	24,22 Ab	26,15 Aa
2xDRS	21,76 Ba	24,56 Aa	25,32 Aa	25,65 Aa
DRL	22,03 Ba	19,66 Ba	22,49 Bb	29,21 Aa
2xDRL	21,38 Ba	21,57 Ba	23,29 Bb	28,14 Aa
DRC	21,43 Ba	21,69 Ba	21,43 Bb	26,07 Aa
2xDRC	22,15 Ba	20,71 Ba	27,50 Aa	27,26 Aa
TEST	22,99 Ba	22,88 Ba	27,50 Aa	27,41 Aa
Adubação	Teor de Ferro nas cultivares			
	SYN 1379	SYN 1263	NC	SYN 1279
DRS	159,14 Ab	174,80 Aa	137,32 Aa	100,21 Ba
2xDRS	181,79 Aa	163,29 Aa	116,89 Ba	111,95 Ba
DRL	161,61 Ab	150,25 Aa	145,30 Aa	99,34 Ba
2xDRL	152,55 Ab	161,48 Aa	124,78 Aa	95,19 Ba
DRC	194,78 Aa	157,99 Ba	131,68 Ca	107,07 Ca
2xDRC	160,52 Ab	170,59 Aa	93,93 Bb	113,54 Ba
TEST	163,30 Ab	155,21 Aa	91,05 Bb	115,79 Ba

*Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha pertencem ao mesmo agrupamento pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade; (DRS – dose recomendada de K no sulco; 2xDRS – dobro da dose recomendada de K no sulco; DRL – dose recomendada de K a lanço; 2xDRL – dobro da dose recomendada de K a lanço; DRC – dose recomendada de K em cobertura; 2xDRC – dobro da dose recomendada de K em cobertura; TEST – sem aplicação de K).

4.2.2 Avaliações fisiológicas das sementes - Antes do armazenamento

Pelos resultados da análise de variância (Tabela 7A), houve significância para o fator isolado cultivar nos parâmetros: primeira contagem de germinação (PC), germinação (G), envelhecimento acelerado (EA), condutividade elétrica (CE) e índice de velocidade de emergência (IVE), e para o fator adubação isolado o efeito significativo foi apenas para o índice de velocidade de emergência, já a interação cultivar*adubação foi significativa apenas para o parâmetro emergência.

Na primeira contagem de germinação e na germinação final (Tabela 21) a cultivar SYN 1263 RR apresentou menor desempenho em relação as demais, sendo que a adubação com potássio não surtiu efeito na germinação de sementes de soja. Resultados semelhantes foram observados por Mondo et al. (2012), onde não foi observado correlação significativa entre os diferentes teores de P e K no solo com a germinação e vigor (testes de primeira contagem de germinação e envelhecimento acelerado) das sementes produzidas. Por outro lado, resultados contrários foram observados por Batistella Filho (2012) e Toledo et al. (2011), que encontraram aumento na germinação de sementes de soja em razão do aumento na dose de potássio.

Nos testes de envelhecimento acelerado e condutividade elétrica (Tabela 21) para a cultivar SYN 1279 RR foram encontrados os maiores índices de vigor. Assim como encontrado nesta pesquisa, Batistella Filho (2012), não verificou efeitos da adubação potássica sobre o vigor das sementes pelo teste de condutividade elétrica e envelhecimento acelerado. Do mesmo modo Toledo et al. (2011) e Veiga et al. (2010) também não verificaram efeito da adubação potássica sobre o vigor avaliado pelo teste de envelhecimento acelerado e de condutividade elétrica, respectivamente.

Sementes com menor vigor liberam maior quantidade de lixiviados, como consequência da menor estruturação e seletividade das membranas (VIEIRA et al., 2002). Considera-se que a desintegração das membranas celulares, com consequente aumento da permeabilidade, é um dos primeiros sinais da deterioração (PANOBIANCO; VIEIRA, 2007).

Para o índice de velocidade de emergência (Tabela 21) observa-se que a cultivar NC IPRO apresentou-se mais vigorosa em relação às demais. Assim como as características agronômicas, características fisiológicas de sementes também podem variar em função do genótipo de soja, como relatado por Krueger et al. (2013).

De acordo com Vieira e Krzyzanowski (1999) para lotes de sementes de soja com alto vigor os valores de condutividade elétrica devem estar situados, no máximo, até 70 - 80 $\mu\text{S cm}^{-1} \text{ g}^{-1}$. Com base neste relato e nos resultados obtidos, nota-se que apenas as sementes da cultivar SYN 1279 RR apresentaram alto vigor.

Tabela 21 Médias de primeira contagem de germinação (PC), germinação (G), envelhecimento acelerado (EA), condutividade elétrica (CE) e índice de velocidade de emergência (IVE) de sementes de quatro cultivares de soja produzidas em diferentes métodos de adubação com potássio a campo

Cultivares	PC	G	EA	CE	IVE
SYN 1379 IPRO	93 a	94 a	73 c	82,4850 b	39,8871 b
SYN 1263 RR	86 b	88 b	83 b	89,2739 b	31,3285 d
NC IPRO	91 a	92 a	85 b	91,4428 c	45,2296 a
SYN 1279 RR	92 a	93 a	94 a	71,1064 a	37,4807 c

*Médias seguidas pela mesma letra na coluna pertencem ao mesmo agrupamento pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade. (DRS – dose recomendada de K no sulco; 2xDRS – dobro da dose recomendada de K no sulco; DRL – dose recomendada de K a lanço; 2xDRL – dobro da dose recomendada de K a lanço; DRC – dose recomendada de K em cobertura; 2xDRC – dobro da dose recomendada de K em cobertura; TEST – sem aplicação de K).

Não foram detectadas diferenças significativas para os métodos de adubação com potássio, para a maioria dos testes realizados. Este fato possibilita inferir que a qualidade fisiológica das sementes de soja, de modo geral, independe da dose e do modo de adubação com potássio utilizados. Há vários relatos na literatura que também contemplam este fato. Zambiazzi (2014) não constatou influência das doses de potássio na qualidade fisiológica das sementes de soja. Veiga et al. (2010), também verificaram que as doses crescentes de potássio não alteraram o vigor e a germinação em sementes de soja. Contudo, Jeffers, Schmitthener e Kroetz (1982) e Mascarenhas et al. (1988) verificaram que as doses de potássio proporcionaram maiores percentagens de germinação e vigor em soja.

O fator adubação foi significativo para o índice de velocidade de emergência, assim as adubações que proporcionaram menor vigor às sementes foram as adubações dose recomendada de K a lanço (DRL) e a dose e o dobro da dose recomendada de K em cobertura (DRC e 2xDRC) (Tabela 22).

O índice de velocidade de emergência esta associado ao vigor de sementes de soja, pois sementes com maior IVE tendem a apresentar melhor desempenho e conseqüentemente maior velocidade de emergência no campo de cultivo, resistindo melhor a estresses que possam ocorrer durante a emergência (DAN et al., 2010). Vale salientar também que sementes com maior IVE culminam no fechamento das entrelinhas mais rapidamente, o que acarreta no controle eficiente das ervas daninhas (FRANÇA NETO; KRZYZANOWSKI; HENNING, 2010).

Tabela 22 Médias do índice de velocidade de emergência de sementes de quatro cultivares de soja produzidas em diferentes métodos de adubação com potássio a campo

Adubação	Médias
DRS	40,9550 a
2Xdrs	39,5562 a
DRL	37,9537 b
2xDRL	39,2543 a
DRC	34,4912 c
2xDRC	37,0150 b
TEST	40,1450 a

*Médias seguidas pela mesma letra na coluna pertencem ao mesmo agrupamento pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade. (DRS – dose recomendada de K no sulco; 2xDRS – dobro da dose recomendada de K no sulco; DRL – dose recomendada de K a lanço; 2xDRL – dobro da dose recomendada de K a lanço; DRC – dose recomendada de K em cobertura; 2xDRC – dobro da dose recomendada de K em cobertura; TEST – sem aplicação de K).

Para o teste de emergência, na cultivar SYN 1379 IPRO apenas a adubação potássica dose recomendada no sulco prejudicou a emergência das plântulas. Na cultivar SYN 1263 RR maiores valores de emergências foram observadas quando utilizou-se o dobro da dose recomendada de K no sulco de plantio, porém a mesma não diferiu da testemunha. Já para as cultivares NC IPRO e SYN 1279 RR não houve diferenças significativas da adubação potássica para o teste de emergência (Tabela 23).

A cultivar SYN 1263 RR apresentou menores valores de emergência o que pode estar relacionado com a menor qualidade fisiológica e menor vigor das sementes desta cultivar, vistos nos testes de primeira contagem e IVE (Tabela 21).

Tabela 23 Médias de emergência de sementes de quatro cultivares de soja produzidas em diferentes métodos de adubação com potássio a campo

Adubação	Cultivares			
	SYN 1379	SYN 1263	NC	SYN 1279
DRS	92 Ab	88 Ab	97 Aa	99 Aa
2xDRS	96 Aa	90 Aa	94 Aa	96 Aa
DRL	91 Aa	85 Ab	93 Aa	96 Aa
2xDRL	94 Aa	86 Ab	97 Aa	95 Aa
DRC	91 Aa	77 Bb	97 Aa	95 Aa
2xDRC	93 Aa	78 Bb	96 Aa	94 Aa
TEST	92 Aa	91 Aa	95 Aa	94 Aa

*Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha pertencem ao mesmo agrupamento pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade; (DRS – dose recomendada de K no sulco; 2xDRS – dobro da dose recomendada de K no sulco; DRL – dose recomendada de K a lanço; 2xDRL – dobro da dose recomendada de K a lanço; DRC – dose recomendada de K em cobertura; 2xDRC – dobro da dose recomendada de K em cobertura; TEST – sem aplicação de K).

4.2.3 Análise sanitária das sementes - Antes do armazenamento

Para a incidência de fungos nas sementes produzidas sob diferentes modos de adubação potássica, não houve interação significativa dos fatores cultivar e adubação, apenas o efeito isolado dos fatores (Tabela 8A). O fator cultivar isolado foi significativo para a incidência de *Fusarium*, *Phomopsis*, *Cercospora*, *Alternária* e *Penicilium*.

Houve menor incidência de *Fusarium* nas sementes da cultivar NC IPRO. Maior incidência de *Phomopsis* e *Alternaria* na cultivar SYN 1379 IPRO. Quanto a incidência de *Cercospora* e *Penicilium* a cultivar com menor incidência dos mesmos foi a SYN 1279 RR (Tabela 24).

Tabela 24 Incidência (%) de *Fusarium*, *Phomopsis*, *Cercospora*, *Alternaria* e *Penicilium* sp. em sementes de quatro cultivares de soja produzidas em diferentes métodos de adubação com potássio a campo

Cultivares	FU	PHO	CER	AL	PEN
SYN 1379 IPRO	52,34 b	1,38 b	25,79 c	1,24 b	12,14 c
SYN 1263 RR	52,93 b	0,21 a	24,07 c	0,14 a	7,43 b
NC IPRO	41,14 a	0,21 a	7,07 b	0,00 a	11,14 c
SYN 1279 RR	48,64 b	0,64 a	2,71 a	0,00 a	3,57 a

*Médias seguidas pela mesma letra na coluna pertencem ao mesmo agrupamento pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

O fator adubação potássica foi significativo para *Phomopsis*, *Cercospora* e *Aspergillus* (Tabela 8A).

Houve maior incidência de *Phomopsis* (Tabela 25) nas sementes quando da adubação DRS, DRL e DRC, ou seja, talvez o aumento da dose de K pode resultar em maior resistência contra a infecção pelo fungo, porém os mesmos não diferiram da testemunha. Ito et al. (1994) e Mascarenhas et al. (1976) trabalhando com sementes de soja, verificaram que a incidência de *Phomopsis phaseoli* (Desm.) Sacc. reduziu com o aumento nas doses de K na adubação.

Para a incidência de *Cercospora* (Tabela 25) maiores valores foram observados quando se utilizou as adubações DRS, DRL e 2xDRL, e para a incidência de *Aspergillus*, maiores índices de infecção foram observados nas adubações DRS, 2xDRS e 2xDRL.

A nutrição das plantas, considerada como um fator ambiente pode aumentar a tolerância das plantas aos patógenos, influenciando no progresso de doenças (BALARDIN et al., 2006). O suprimento balanceado de nutrientes que favorece o crescimento normal das plantas é também considerado como relevante para seus processos de defesa (MARSCHNER, 1986). Dessa forma a deficiência, o excesso ou desequilíbrio nas combinações de elementos nutricionais, pode influenciar a reação das plantas à infecção por patógeno de forma a aumentar o nível de defesa ou favorecer a ocorrência de doenças.

A adubação potássica é citada como de fundamental importância para a produção de sementes de soja. Os principais benefícios do potássio na cultura da soja são redução da deiscência das vagens e redução do nível de *Phomopsis* sp. na semente (FRANÇA NETO et al., 1985).

Tabela 25 Incidência (%) de *Phomopsis* sp., *Cercospora* e *Aspergillus* sp. em sementes de quatro cultivares de soja produzidas em diferentes métodos de adubação com potássio a campo

Adubação	PHO	CER	ASP
DRS	1,37 b	17,00 b	0,375000 b
2xDRS	0,12 a	10,50 a	0,625000 b
DRL	0,75 b	18,75 b	0,250000 a
2xDRL	0,25 a	20,50 b	0,625000 b
DRC	0,82 b	11,29 a	0,117647 a
2xDRC	0,50 a	11,25 a	0,000000 a
TEST	0,50 a	16,00 b	0,000000 a

*Médias seguidas pela mesma letra na coluna pertencem ao mesmo agrupamento pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade. (DRS – dose recomendada de K no sulco; 2xDRS – dobro da dose recomendada de K no sulco; DRL – dose recomendada de K a lanço; 2xDRL – dobro da dose recomendada de K a lanço; DRC – dose recomendada de K em cobertura; 2xDRC – dobro da dose recomendada de K em cobertura; TEST – sem aplicação de K).

4.2.4 Avaliações fisiológicas das sementes – Após o armazenamento

As sementes produzidas sob diferentes métodos de adubação potássica também foram armazenadas por seis meses a 25 °C e após este período precedeu-se as avaliações fisiológica e sanitária novamente.

Para os testes fisiológicos após seis meses de armazenamento houve significância do fator cultivar para os testes de primeira contagem de germinação (PC), geminação (G), envelhecimento acelerado (EA), condutividade elétrica (CE), emergência (E) e índice de velocidade de emergência (IVE) (Tabela 9A).

Para os testes de PC, G, E, IVE apenas a cultivar SYN 1263 RR apresentou o menor desempenho, já no ensaio em casa de vegetação a cultivar que apresentou menor desempenho nestes testes independente da adubação foi a NC IPRO. Para os testes de envelhecimento acelerado e condutividade elétrica a cultivar SYN 1279 RR apresentou melhor desempenho (Tabela 26). Maior condutividade elétrica foi observada na cultivar NC IPRO, o mesmo foi observado no experimento em casa de vegetação, no qual as maiores condutividades elétricas foram encontradas na cultivar NC IPRO independente da adubação.

Comportamento semelhante foi observado nas sementes antes do armazenamento para os testes de PC, G, CE e IVE (Tabela 21). Antes do armazenamento a cultivar SYN 1263 também foi a que apresentou menores valores de primeira contagem de germinação, germinação e IVE. Maiores valores de condutividade elétrica também foram observados na cultivar NC IPRO antes do armazenamento e para a emergência, independente da adubação observa-se que a cultivar SYN 1263 também apresentou valores inferiores às demais cultivares.

Tabela 26 Médias de primeira contagem de germinação (PC), germinação (G%), envelhecimento acelerado (EA), condutividade elétrica (CE), emergência e índice de velocidade de emergência (IVE) de sementes de quatro cultivares de soja produzidas em diferentes métodos de adubação com potássio a campo

Cultivares	PC	G	EA	CE	E	IVE
SYN 1379 IPRO	96 a	97a	87 b	82.227 b	97 a	46.24 a
SYN 1263 RR	92 b	93 b	79 c	89.207 b	95 b	43.75 b
NC IPRO	96 a	96 a	89 b	102.063 c	97 a	46.99 a
SYN 1279 RR	95 a	96 a	93 a	74.352 a	97 a	46.32 a

*Médias seguidas pela mesma letra na coluna pertencem ao mesmo agrupamento pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

4.2.5 Análise sanitária das sementes – Após o armazenamento

Com relação à análise sanitária das sementes de soja armazenadas, observa-se que houve significância da interação cultivar e adubação para a incidência de *Fusarium* e *Coletotrichum*. O fator cultivar foi significativo para a incidência de *Phomopsis* e *Cercospora*. E o fator adubação foi significativo também para *Cercospora* (Tabela 10A). Os microrganismos mais frequentemente encontrados em sementes de soja são *Fusarium* sp., *Penicillium* sp. e *Aspergillus* sp., conforme relato por Goulart, Andrade e Borge (2000). Segundo Henning e Yuyama (1999), estudando a qualidade sanitária de sementes de soja produzidas em diversas regiões do Brasil, constataram que dentre os fungos encontrados, os de maior ocorrência foram *Cercospora kikuchii*, *Fusarium* sp., *Phomopsis* sp e *Colletotrichum truncatum*.

A redução do inóculo e da taxa de progresso de doenças pode ser alcançada por meio da disponibilização de nutrientes ou pelo fornecimento direto dos mesmos, ou por práticas culturais que melhorem a absorção ou a interação com o ambiente (POZZA; POZZA, 2003). Segundo Huber (2002), a integração do efeito de um nutriente específico com resistência genética, práticas culturais e controle químico podem reduzir a intensidade de doenças.

Para a incidência do fungo *Fusarium* sp. observa-se que a adubação no sulco independente da dose acarretou maior incidência deste fungo nas sementes das cultivares SYN 1379 IPRO, NC IPRO e SYN 1279 RR (Tabela 27). Os danos provocados na raiz pela adubação diretamente no sulco podem ter sido um dos fatores que aumentou o índice de *Fusarium* sp., pois este sendo um fungo de solo tem maior facilidade de infectar a planta e translocar para a semente quando houver uma lesão no sistema radicular.

Não houve diferenças significativas da adubação potássica nas cultivares SYN 1379 IPRO e NC IPRO para a incidência de *Coletotrichum* sp. (Tabela 27).

Na cultivar SYN 1263 o dobro da dose recomendada de K no sulco e em cobertura favoreceram a incidência deste fungo. Já na cultivar SYN 1279 RR quando as plantas foram adubadas com o dobro da dose recomendada a lanço houve maior incidência de *Coletotrichum* sp.

Tabela 27 Incidência (%) de *Fusarium* sp. e *Coletotrichum*, sp. em sementes de quatro cultivares de soja produzidas em diferentes métodos de adubação com potássio a campo

Adubação	<i>Fusarium</i> sp.			
	SYN 1379	SYN 1263	NC	SYN 1279
DRS	26,50 Ab	14,50 Aa	45,50 Bc	29,00 Ab
2xDRS	34,00 Ab	18,00 Aa	41,50 Bb	43,50 Ab
DRL	34,00 Aa	28,50 Ba	38,50 Ba	47,50 Aa
2xDRL	46,00 Aa	33,50 Ba	28,50 Aa	38,00 Aa
DRC	30,00 Aa	23,50 Ba	27,50 Aa	40,50 Aa
2xDRC	33,00 Aa	28,50 Ba	44,00 Ba	33,50 Aa
TEST	27,50 Aa	33,50 Ba	40,50 Ba	36,50 Aa
Adubação	<i>Coletotrichum</i> ,			
	SYN 1379	SYN 1263	NC	SYN 1279
DRS	1,00 Aa	1,00 Aa	1,00 Aa	1,00 Aa
2xDRS	1,00 Aa	1,18 Ab	1,00 Aa	1,00 Aa
DRL	1,00 Aa	1,00 Aa	1,00 Aa	1,00 Aa
2xDRL	1,00 Aa	1,00 Aa	1,00 Aa	1,36 Bb
DRC	1,00 Aa	1,00 Aa	1,00 Aa	1,00 Aa
2xDRC	1,00 Aa	1,18 Ab	1,00 Aa	1,00 Aa
TEST	1,00 Aa	1,00 Aa	1,00 Aa	1,00 Aa

*Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha pertencem ao mesmo agrupamento pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade; (DRS – dose recomendada de K no sulco; 2xDRS – dobro da dose recomendada de K no sulco; DRL – dose recomendada de K a lanço; 2xDRL – dobro da dose recomendada de K a lanço; DRC – dose recomendada de K em cobertura; 2xDRC – dobro da dose recomendada de K em cobertura; TEST – sem aplicação de K).

Já para a incidência de *Phomopsis* nas sementes de soja armazenadas, foi observado menores índices na cultivar SYN 1263 RR e maior incidência de *Cercospora* na cultivar SYN 1379 IPRO, seguida da cultivar SYN 1263 RR (Tabela 28).

A ocorrência de fungos nas sementes mesmo que seja detectado com baixa incidência para alguns, merece especial atenção, pelo fato das sementes infectadas se constituírem na fonte primária de inóculo (MENTEN, 1991; PASCHAL; ELLIS, 1978; SINCLAIR, 1982).

Tabela 28 Incidência (%) de *Phomopsis* sp. e *Cercospora kikuchii* em sementes de quatro cultivares de soja produzidas em diferentes métodos de adubação com potássio a campo

Cultivares	PHO	CER
SYN 1379 IPRO	3,50 b	25,42 c
SYN 1263 RR	0,64 a	20,85 b
NC IPRO	5,50 c	3,71 a
SYN 1279 RR	7,78 d	4,00 a

*Médias seguidas pela mesma letra na coluna pertencem ao mesmo agrupamento pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

As adubações DRL, 2xDRL e DRC proporcionaram maior incidência de *Cercospora* nas sementes produzidas (Tabela 29).

Tabela 29 Incidência (%) de *Cercospora* sp. em sementes de quatro cultivares de soja produzidas em diferentes modos de adubação com potássio a campo

Adubação	Médias
DRS	11,50 a
2xDRS	10,12 a
DRL	16,25 b
2xDRL	17,25 b
DRC	13,37 b
2xDRC	13,00 a
TEST	13,00 a

*Médias seguidas pela mesma letra na coluna pertencem ao mesmo agrupamento pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade. (DRS – dose recomendada de K no sulco; 2xDRS – dobro da dose recomendada de K no sulco; DRL – dose recomendada de K a lanço; 2xDRL – dobro da dose recomendada de K a lanço; DRC – dose recomendada de K em cobertura; 2xDRC – dobro da dose recomendada de K em cobertura; TEST – sem aplicação de K).

A adubação com potássio pode proporcionar menor severidade de doenças às plantas de soja. Esse resultado conferido pelo potássio pode ser

devido à ativação de enzimas envolvidas na respiração e fotossíntese, processos fornecedores de cadeias de carbono para a síntese de substâncias de defesa, bem como a regulação estomática influenciando no transporte de solutos via fluxo de massa (BLOOM, 2004). Além disso, a maior disponibilidade do K na solução do solo faz esse ser mais facilmente absorvido pelas raízes em relação ao P que reage mais facilmente com as partículas do solo ficando menos disponível na solução.

5 CONSIDERAÇÕES GERAIS

Apesar das cultivares utilizadas nos dois ensaios serem as mesmas, elas apresentaram comportamento diferenciado em casa de vegetação e em campo, devido as condições controladas no ambiente casa de vegetação e as condições adversas no experimento em campo. Esse comportamento diferenciado também pode ser explicado devido ao fato das cultivares terem sido desenvolvidas para regiões com temperaturas mais elevadas como no Mato Grosso e não terem se adaptado as temperaturas amenas da cidade de Lavras-MG, o que fica claro quando se observa, por exemplo, a baixa qualidade fisiológica da cultivar NC IPRO quando foi produzida em casa de vegetação nas condições climáticas de Lavras-MG.

O solo utilizado para o cultivo da soja em casa de vegetação apresentou uma classificação muito baixa ≤ 15 para a disponibilidade de potássio, já no solo onde foi cultivada a soja em campo a disponibilidade de potássio foi considerada baixo entre 16 – 40 de acordo com Ribeiro, Guimarães e Alvarez (1999).

6 CONCLUSÕES

A influência da adubação potássica na qualidade fisiológica das sementes de soja e nas características agronômicas das plantas varia de acordo com o genótipo.

A utilização da adubação potássica a lanço, considerando a dose recomenda ou dobro da dose, proporciona maior enraizamento e altura das plantas a campo, sendo este reflexo observado também nos maiores valores de produtividade para estes tratamentos.

As enzimas malato desidrogenase, álcool desidrogenase e esterase foram eficientes em detectar diferenças quanto à utilização da adubação potássica em sementes de soja.

A adubação potássica não influencia na qualidade fisiológica das sementes de soja durante o armazenamento.

A qualidade sanitária das sementes de soja está diretamente relacionada ao genótipo e a adubação potássica não interfere na mesma.

REFERÊNCIAS

ALFENAS, A. C. (Ed.). **Eletoforese e marcadores bioquímicos em plantas e microrganismos**. 2. ed. Viçosa, MG: UFV, 2006. 627 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE SEMENTES E MUDAS. **Estatísticas**. Disponível em: <<http://www.abrasem.com.br/category/estatisticas>>. Acesso em: 12 ago. 2014.

ÁTILA, M. R. et al. Adubação potássica em canola e seu efeito no rendimento e na qualidade fisiológica e sanitária das sementes. **Acta e Scientiarum Agronomy**, Maringá, v. 26, n. 4, p. 475-481, 2004

BALARDIN, R. S. et al. Influência do fósforo e do potássio na severidade da ferrugem da soja *Phakopsora pachyrhizi*. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 31, p. 462-467, 2006.

BALDONI, A. **Expressão de genes relacionados com qualidade fisiológica de sementes de soja**. 2013. 57 p. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2013.

BASU, R. N. Seed viability. In: BASRA, A. S. **Seed quality: basic mechanisms and agricultural implications**. New York: The Haworth, 1995. p. 1-42.

BATISTELLA FILHO, F. **Adubação com fósforo e potássio para produção e qualidade de sementes de soja**. 2012. 74 p. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal, 2012.

BELLALLOUI, N. et al. soybean seed protein, oil, fatty acids, and isoflavones altered by potassium fertilizer rates in the Midsouth. **American Journal of Plant Sciences**, Delaware, v. 4, n. 5, p. 976-988, 2013.

BERGMANN, J. C. et al. Biodiesel production in Brazil and alternative biomass feedstocks. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, Golden, v. 21, p. 411-420, 2013.

BERNARDI, A. C. C. de et al. Doses e formas de aplicação da adubação potássica na rotação soja, milho e algodão em sistema plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Brasília, v. 39, n. 2, p. 158-167, 2009.

BEVILAQUA, G. A. P. et al. Posição do fósforo e potássio na adubação da semente e no crescimento de plântulas de milho. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v. 2, n. 2, p. 87-92, maio/ago. 1996.

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**, Maringá, v. 30, n. 2, p. 247-254, 2008.

BLOOM, A. J. **Nutrição mineral**. In: TAIZ, L.; ZEIGER, E. (Ed.). **Fisiologia vegetal**. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2004. p. 96-103.

BORKERT, C. M. et al. O potássio na cultura da soja. In: YAMADA, T.; ROBERTS, T. L. **Potássio na agricultura brasileira**. Piracicaba: Potafós, 2005. p. 671-713.

BRACCINI, A. L. et al. Avaliação da qualidade fisiológica e sanitária da semente de genótipos de soja (*Glycine max* (L.) Merrill) com diferentes graus de impermeabilidade do tegumento. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 16, n. 2, p. 195-200, 1994.

BRACCINI, A. L. et al. Influência do potencial hídrico induzido por polietilenoglicol na qualidade fisiológica de sementes de soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 33, n. 9, p. 1451-1459, set. 1998.

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

BRINGEL, J. M. M. et al. Qualidade sanitária e fisiológica de sementes de soja produzidas na região de Balsa, Maranhão. **Summa Phytopathologica**, Piracicaba, v. 27, p. 438-441, 2001.

BRUM, A. L. et al. A economia mundial da soja: impactos na cadeia produtiva da oleaginosa no Rio Grande do Sul 1970-2000. In: CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ECONOMIA E SOCIOLOGIA RURAL, 63., 2005, Ribeirão Preto. **Anais...** Ribeirão Preto: SOBER, 2005. 1 CD ROM.

CARVALHO, E. R. et al. Doses e épocas de aplicação de manganês via foliar no cultivo de soja convencional e em derivada transgênica RR. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 31, p. 352-361, 2015.

CARVALHO, E. R. et al. Alterações isoenzimáticas em sementes de cultivares de soja em diferentes condições de armazenamento. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 49, n. 12, p. 967-976, dez. 2014.

CARVALHO, E. R. **Manganês via foliar em soja convencional e transgênica RR: efeitos na qualidade de sementes, atividade enzimática, lignina e produtividade**. 2013. 134 p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2013.

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

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento de safra brasileira: grãos, décimo primeiro levantamento/Agosto-2015**. Brasília, 2015.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Perspectivas para a agropecuária**. Brasília, 2014. v. 2, p. 1-155.

COSTA, A. F. S. **Avaliação da qualidade fisiológica das sementes de genótipos de soja (Glycine max (L.) Merrill), produzidas em cinco localidades de Estado de Minas Gerais**. 1986. 110 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 1986.

COSTA, C. J. et al. Expressão de isoenzimas após a pré-hidratação de sementes de ervilha. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 30, n. 3, p. 130-138, 2008.

COSTA, N. P. 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**, Londrina, v. 23, n. 1, p. 140-145, jan./fev. 2001.

COSTA, N. P. et al. Qualidade fisiológica, física e sanitária de sementes de soja produzidas no Brasil. **Revista Brasileira de sementes**, Londrina, v. 25, n. 1, p. 128-132, 2003.

DAN, L. G. M. et al. Qualidade fisiológica de sementes de soja tratadas com inseticidas sob efeito do armazenamento. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 32, p. 131-139, 2010.

DAVIS, R. M. et al. **Compendium of lettuce diseases**. California: Academic, 1997. 79 p.

DELOUCHE, J. C. Seed quality, and storage of soybeans. In: WHIGRUM, D. K. (Ed.). **Soybean production, protection and utilization**. Urbana: University of Illinois, 1975. p. 86-107. (Intsoy, 6).

DEUNER, C. al. Viabilidade e atividade antioxidante de sementes de genótipos de feijão-miúdo submetidos ao estresse salino. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 33, p. 711-720, 2011.

DOMENE, M. P. **Fatores determinantes de descartes de sementes de soja (Glycine max L. Merrill) produzidas no Estado de Minas Gerais**. 1992. 56 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Escola Superior de Agricultura de Lavras, Lavras, 1992.

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.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, 2011.

FONSECA, N. R.; SÁ, M. E. Qualidade física e fisiológica da semente de dois cultivares de soja em função de doses de potássio e calcário. **Acta Science Agronomy**, Maringá, v. 27, n. 2, p. 261-268, abr./jun. 2005.

FONTES, P.C.R. **Diagnóstico do estado nutricional das plantas**. Viçosa, MG: UFV, 2001. 122 p.

FRANÇA NETO, J. B. et al. Efeito de doses e métodos de aplicação de cloreto de potássio sobre a qualidade de semente de soja. In: EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisa de Soja. **Resultados de Pesquisa de Soja 1984/85**. Londrina, 1985. p. 467-488.

FRANÇA NETO, J. B.; KRZYZANOWSKI, F. C.; HENNING, A. A. A importância do uso de semente de soja de alta qualidade. **Informativo ABRATES**, Londrina, v. 20, n. 1/2, p. 37-38, 2010.

GONÇALVES JÚNIOR, A. C. et al. Produtividade e componentes de produção da soja adubada com diferentes doses de fósforo, potássio e zinco. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 34, n. 3, p. 660-666, maio/jun. 2010.

GOULART, A. C. P.; ANDRADE, P. J. M.; BORGES, E. P. Controle de patógenos de soja pelo tratamento com fungicidas e efeitos na emergência e no rendimento de grãos. **Summa Phytopathologica**, Jaboticabal, v. 26, n. 3, p. 341-346, 2000.

GUARESCHI, R. F. et al. Adubação antecipada na cultura da soja com superfosfato triplo e cloreto de potássio revestidos por polímeros. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 35, n. 4, p. 643-648, jul./ago. 2011.

HAMAWAKI, O. T. et al. Avaliação da qualidade fisiológica e sanitária de sementes de genótipos de soja do ciclo precoce/médio em Uberlândia, minas gerais. **Fitopatologia Brasileira**. Brasília, v. 27, n. 2, mar./abr. 2002.

HENNING, A. A.; YUYAMA, M. M. Levantamento da qualidade sanitária de sementes de soja produzidas em diversas regiões do Brasil, entre as safras 1992/93 e 1996/97. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 21, n. 1, p. 18-26, jan./mar. 1999.

HUBER, D. M.; ARNY, D. C. Interactions of potassium with plant disease. In: Munson, R. D. (Ed.). **Potassium in agriculture**. Madison: ASA, 1985. p. 467-488.

HUBER, D. M. Relationship between mineral nutrition of plants and disease incidence. In: WORKSHOP - RELAÇÃO ENTRE NUTRIÇÃO DE PLANTAS E INCIDÊNCIA DE DOENÇAS, 1., 2002, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: Potafós, 2002. 1 CD ROM.

IMOLESI, A. S. et al. Influência da adubação nitrogenada na qualidade fisiológica das sementes de milho. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 25, n. 5, p.1119-1126, 2001.

ITO, M. F. et al. Efeito residual da adubação potássica e da calagem de *Phomopsis* sp. Em sementes de soja. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 19, p. 44-49,1994.

ITO, M. F. et al. Efeito residual da calagem e da adubação potássica sobre a queima foliar (*Cercospora kikuchii*) da soja. **Summa Phytopathologica**, Jaguariúna, v. 19, p. 21-23, 1993.

JEFFERS, D. L.; SCHMITTHENNER, A. F.; KROETZ, M. E. Potassium fertilization effects on *Phomopsis* seed infection, seed quality and yield of soybeans. **Agronomy Journal**, Madison, v. 74, p. 886-890, 1982.

KANO, C. et al. Doses de potássio na produção e qualidade de sementes de alface. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 24, p. 356-359, 2006.

KRUEGER, K. et al. Phosphorus and Potassium Fertilization Effects on Soybean Seed Quality and Composition. **Crop Science**, Madison, v. 53, p. 602-610, 2013.

LAMBERT, E. S.; MEYER, M. C.; KLEPKER, D. **Cultivares de soja 2007/2008 Região Norte e Nordeste**. Londrina: Embrapa Soja, 2007. 36 p. (Documento, 284).

LANA, R. M. Q. et al. Resposta da soja a doses e modos de aplicação de potássio em solo de cerrado. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 18, n. 2, p. 17-23, 2002.

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**, 2006. 638 p.

MALAVOLTA, E. **Nutrição mineral e adubação da soja**. Piracicaba: ESALQ, 1980. 40 p.

MANN, E. N. et al. Efeito da aplicação de manganês no rendimento e na qualidade de sementes de soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 37, n. 12, p. 1757-1764, 2002.

MARCANDALLI, L. H. et al. Resposta da cultura da soja a adubação potássica em cobertura na região dos chapadões. In: FERTBIO, 2008, Londrina. **Anais...** Londrina: SBCS, 2008. 1 CD ROM.

MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. Piracicaba: Fealq, 2005. 495 p.

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**. 2nd ed. San Diego: Academic, 1995. 889 p.

MARSCHNER, H. Relationship between mineral nutrition and plant diseases and pests. In: _____. **Mineral nutrition of higher plants**. London: Academic, 1986. p. 369-390.

MARTINS, C. A. O. et al. Atividade da isocitratoliase durante a germinação de sementes de soja. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 22, n. 1, p. 42-46, 2000.

MASCARENHAS, H. A. A et al. Deficiência de potássio em soja no estado de São Paulo: melhor entendimento do problema e possíveis soluções. **Informações Agronômicas**, Piracicaba, n. 42, p. 1-4, 1988.

MASCARENHAS, H. A. A. et al. Efeito da adubação potássica sobre o ataque da soja pelo *Diaporthe phaseolorum* (Cke e Ell.) Sacc.var. *sojae* (Lehman) Wehm. **Summa Phytopathologica**, Piracicaba, v. 2, p. 230-234, 1976.

MATTHEWS, S.; POWELL, A. A. Electrical conductivity vigour test: physiological basic and use. **ISTA News Bulletin**, Zurich, n. 131, p. 32-35, Apr. 2006.

MAVAIEIE, D. P. R. **Desempenho de sementes de diferentes cultivares de soja tratadas e não tratadas armazenadas em diferentes condições**. 2014. 102 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2014.

MELARATO, M. et al. Manganês e potencial fisiológico de sementes de soja. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 32, n. 6, p. 1069-1071, 2002.

MENTEN, J. O. M. Prejuízos causados por patógenos associados às sementes. In: _____. **Patógenos em sementes: detecção, danos e controle químico**. Piracicaba: FEALQ, 1991. p. 15-36.

MILANI, G. L. et al. Aplicação foliar de molibdênio durante a maturação de sementes de soja, **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 34, n. 4, p. 810-816, jul./ago. 2010.

MOLLER, I. M.; JENSEN, P. E.; HANSSON, A. Oxidative modifications to cellular components in plants. **Annual Review of Plant Biology**, Palo Alto, v. 58, p. 459-481, 2007.

MONDO, V. H. V. et al. Spatial variability of soil fertility and its relationship with seed physiological potential in a soybean production area. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 34, n. 2, p. 193-201, 2012.

MORAES, G. A. F.; MENEZES, N. L. Desempenho de sementes de soja sob condições diferentes de potencial osmótico. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 33, n. 2, p. 219-226, 2003.

MOTERLE, L. M. et al. Influência da adubação com fósforo e potássio na emergência das plântulas e produtividade da cultura da soja. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 40, n. 2, p. 256-265, 2009.

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

OLIVEIRA, F. A. et al. **Fertilidade do solo e nutrição mineral da soja**. Londrina: Embrapa Soja, 2008. (Circular técnica, 62).

PANOBIANCO, M.; VIEIRA, R. D. Electrical conductivity and deterioration of soybean seeds exposed to different storage conditions. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 29, n. 2, p. 97-105, 2007.

PASCHAL, E. H.; ELLIS, M. A. Variation in seed quality characteristics of tropically grown soybeans. **Crop Science**, Madison, v. 18, p. 837-840, 1978.

PEDROSO NETO, J. C.; REZENDE, P. M. Doses e modo de aplicação de potássio na produtividade de grãos e qualidade de semente de soja (*Glycine Max*). **FAZU em Revista**, Uberaba, n. 2, p. 27-36, 2005.

PEREIRA, E. B. C.; PEREIRA, A. V.; FRAGA, A. C. Qualidade de sementes de cultivares precoces de soja produzidas em três épocas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília v. 35, p. 1653-1662, 2000.

PERRENOUD, S. **Potassium and plant health**. 2nd ed. Bern: International Potash Institute, 1990. 363 p.

PETTER, F. A. et al. Desempenho agrônômico da soja a doses e época de aplicação de potássio no cerrado piauiense. **Revista de Ciências Agrárias**, Buenos Aires, v. 55, p. 190-196, 2012.

PETTER, F. A. et al. Produtividade e qualidade de sementes de soja em função de doses e épocas de aplicação de potássio no cerrado piauiense. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 35, n. 1, p. 89-100, jan./fev. 2014.

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**, Londrina, v. 32, n. 4, p. 143-150, 2010.

POZZA, E. A.; POZZA, A. A. A. Manejo de doenças de plantas com macro e micronutrientes. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FITOPATOLOGIA, 36., 2003, Uberlândia. **Anais...** Uberlândia: UFU, 2003. 1 CD ROM.

PRETE, C. E. C.; GUERRA, E. P. Qualidade fisiológica das sementes. In: DESTRO, D.; MONTALVÁN, R. (Org.). **Melhoramento genético de plantas**. Londrina: UEL, 1999. p. 661-676.

RENGEL, Z.; GRAHAM, R. D. Importance of seed Zn content for wheat growth on Zn deficient soil. **Plant and Soil**, Netherlands, v. 173, p. 267-274, 1995.

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.

ROSSETTO, C. A. V.; MARCOS FILHO, J. Comparação entre os métodos de envelhecimento acelerado e de deterioração controlada para avaliação da qualidade fisiológica de sementes de soja. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 52, p. 123-131, 1995.

SALIB, G. C. et al. Desempenho da cultura da soja submetida ao parcelamento da adubação potássica. In: CONGRESSO DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO DO CÂMPUS RIO VERDE DO IFGOIANO, 1., 2012, Rio Verde. **Anais...** Rio Verde: IFG, 2012. 1 CD ROM.

SCOTT, A. J.; KNOTT, M. A. A cluster analysis method for grouping means in the analysis of variance. **Biometrics**, Washington, v. 30, p. 507-512, 1974.

SERAFIM, M. E. et al. Umidade do solo e doses de potássio na cultura da soja. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 43, n. 2, p. 222-227, 2012.

SFREDO, G. J. **Soja no Brasil: calagem, adubação e nutrição mineral**. Londrina: Embrapa Soja, 2008. (Documentos, 305).

SILVA, A. F.; LAZARINI, E. Doses e épocas de aplicação de potássio na cultura da soja em sucessão a plantas de cobertura. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 35, n. 1, p. 179-192, jan./fev. 2014.

SILVA, V. A. et al. Kinetics of K release from soils of Brazilian coffee regions: effect of organic acids. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 32, p. 533-540, 2008.

SINCLAIR, J. B. (Ed.). **Compendium of soybean diseases**. 2nd ed. St. Paul: The American Phytopathological Society, 1982. 104 p.

SNYDER, C.; ASHLOCK, L. O. Late-season potassium deficiency symptoms in Southern soybeans. **Better Crops With Plant Food**, Atlanta, v. 80, n. 2, p. 10-11, 1996.

SOUSA, D. M. G.; LOBATO, E. ; MIRANDA, L. N. Correção do solo e adubação da cultura da soja. In: ARANTES, N. E.; SOUZA, P. I. M. (Ed.). **Cultura da soja nos cerrados**. Piracicaba: Potafós, 1993. p. 137-158.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 4. ed. Porto alegre: Artmed, 2012. 720 p.

TANAKA, R.T. et al. Changes in soybean quality resulting from applications of lime and potassium fertilizer. **Plant Nutrition for Sustainable Food Production and Environment**, Monticello, v. 78, p. 943-944, 1997.

TANAKA, R. T.; MASCARENHAS, H. A. A. **Soja, nutrição, correção do solo e adubação**. Campinas. Fundação Cargil, 1992. 60 p. (Série Técnica, 7).

TOLEDO, M. Z. et al. Physiological quality of soybean and wheat seeds produced with alternative potassium sources. **Revista Brasileira de Sementes**, Pelotas, v. 33, n. 2, p. 363-371, 2011.

TOLEDO, M. Z. et al. Qualidade fisiológica e armazenamento de sementes de feijão em função da aplicação tardia de nitrogênio em cobertura. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 39, n. 2, p. 124-133, abr./jun. 2009.

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, 2010.

VIEIRA, R. D. et al. Condutividade elétrica e teor de água inicial das sementes de soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 37, n. 9, p. 1333-1338, 2002.

VIEIRA, R. D.; KRZYZANOWSKI, F. C. Teste de condutividade elétrica. In: KRZYZANOWSKI, F. C.; VIEIRA, R. D.; FRANÇA NETO, J. B. (Ed.). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999. p. 1-26.

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.

VILELA, L.; SOUZA, D. M. G.; MARTHA JÚNIOR, G. B. Adubação potássica e com micronutrientes. In: MARTHA JÚNIOR, G. B.; VILELA, L.; SOUZA, D. M. G. **Cerrados: uso eficiente de corretivos e fertilizantes em pastagens**. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2007. p. 179-188.

WIRIGLYR, C. W. et al. Effect of sulfur deficiency on wheat avariety. In: SULFUR in Agriculture. Washington: The Sulfur Institute, 1984. p. 2-7.

ZAMBIAZZI, E. V. **Aplicações da adubação potássica na cultura da soja**. 2014. 117 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2014.

ZAMBIAZZI, E. V. et al. Potassium Fertilization and Physiological Soybean Seed Quality. **Agricultural Sciences**, Milan, n. 5, p. 984-991, 2014.

ZUCARELI, C. et al. Lixiviação de íons potássio, cálcio e magnésio para determinação do vigor em sementes de milho doce. **Informativo ABRATES**, Londrina, v. 23, n. 3, p. 56-59, 2013.

ANEXOS

ANEXO A

Tabela 1A Resumo da análise de variância dos resultados de massa seca de parte aérea (g) (MS), massa seca de raiz (g) (MSR), altura de plantas (cm) (AP), altura de inserção 1º legume (cm) (APL), número de legumes/planta (NL), número de sementes/legume (SL) e produtividade (Kg) (P) obtidos de quatro cultivares de soja submetidas a diferentes métodos de adubação com potássio, em casa de vegetação

FV	GL	Quadrados Médios						
		MS	MSR	AP	APL	NL	SL	P
Cultivar (C)	3	308.727*	17.281*	5179.359*	543.955*	2585.972*	1.527*	8266673.394*
Adubação (A)	4	60.167*	4.364*	176.759	4.025	475.983	0.225	3526492.000*
C*A	12	39.216*	4.867*	54.918	8.191	567.027	0.291	3532457.755*
Resíduo	40	6.327	1.560	76.543	7.866	434.250	0.200	381128.133
CV (%)		12.50	21.40	10.23	16.63	25.64	17.77	10.28
Médias		20.120	5.8366	84.725	16.866	81.283	2.516	6004.583

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

Tabela 2A Resumo da análise de variância para os teores médios de Nitrogênio (N), Fósforo (P), Potássio (K), Cálcio (Ca), Magnésio (Mg), Enxofre (S), Boro (B), Cobre (Cu), Ferro (Fe), Manganês (Mn) e Zinco (Zn) obtidos por meio da análise foliar de quatro cultivares de soja submetidas a diferentes métodos de adubação com potássio, em casa de vegetação

FV	G L	Quadrados Médios										
		N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn
Cultivar (C)	3	0.50*	0.018*	4.894*	0.199*	0.005*	0.003	34956.72*	15.66*	390347.46*	1895.26*	726.90*
Adubação (A)	4	0.05	0.007	0.006	0.023	0.002*	0.002	1648.71*	2.01	2827.66	134.63	36.60*
C*A	12	0.14	0.001	0.016	0.032	0.001*	0.001	501.78*	3.35	6428.48	65.76	10.82
Resíduo	40	0.13	0.002	0.023	0.018	0.001	0.001	256.20	1.86	3488.53	107.18	12.43
CV (%)		7.97	11.34	7.64	12.47	6.31	15.48	23.07	24.33	15.19	17.37	11.29
Médias		4.54	0.421	2.00	1.080	0.328	0.251	69.37	5.61	388.84	59.60	31.230

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

Os valores dos teores foliares de N, P, K, Ca, Mg e S estão em porcentagem e os teores de B, Cu, Fe, Mn e Zn estão em ppm.

Tabela 3A Resumo da análise de variância dos resultados de primeira contagem de germinação (PC), germinação (G), emergência (E), índice de velocidade de emergência (IVE), tempo médio de emergência (dias) (TME), condutividade elétrica (ds cm⁻³) (CE), lixiviação de potássio (ppm) (K) de quatro cultivares de soja submetidas a diferentes métodos de adubação com potássio, em casa de vegetação

FV	GL	Quadrados médios						
		PC	G	E	IVE	TME	CE	K
Cultivar (C)	3	3845.2000*	1980.2666*	5424.0666*	1247.6686*	1.2175*	8225.7140*	304696.6444*
Adubação (A)	4	198.4416*	139.7333*	71.2666*	27.2999	0.0653	173.8765*	9025.5583*
C*A	12	243.7416*	112.7111*	74.7333*	9.2109	0.0210	204.0080*	8580.6583*
Resíduo	40	35.3666	14.2666	14.8666	22.1259	0.1197	52.3586	197.9833
CV (%)		7.30	4.11	4.47	16.26	18.37	9.98	5.04
Médias		81.4666	91.8666	86.2333	28.9291	1.8836	72.4955	279.1000

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

Tabela 4A Resumo da análise de variância dos resultados da análise sanitária para incidência de *Fusarium* (FU), *Phomopsis* (PHO), *Alternária* (AL), *Penicilium* (PE), *Cercospora* (CER), *Aspergillus* (ASP) e *Coletotrichum* (COL) de sementes de quatro cultivares de soja submetidas a diferentes métodos de adubação com potássio, em casa de vegetação

FV	GL	Quadrados médios						
		FUS	PHO	ALTER	PEN	CER	ASP	COL
Cultivar	3	0.2045	2.1550*	0.0434	0.0271	0.1660*	0.0271	0.0042
Adubação	4	0.2696	0.3063	0.1190	0.0102	0.0859	0.0278	0.0042
Cul*adub	12	0.3901	0.3116	0.0798*	0.0164	0.1314*	0.0164	0.0042
Resíduo	20	0.6732	0.4043	0.0318	0.0214	0.0383	0.0300	0.0042
CV%		21,73	25,16	15,99	13,92	17,92	16,16	6,48
Média		3.7754	2.5272	1.1157	1.0517	1.0933	1.0724	1.0103

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

Tabela 5A Resumo da análise de variância dos resultados de altura de planta (AP), altura de inserção do primeiro legume (APL), número de legumes (NL), número de sementes (NS), peso de mil sementes (PMS), produtividade e massa seca de raiz (MSR) obtidos de quatro cultivares de soja submetidas a diferentes métodos de nutrição com potássio, experimento em campo

FV	GL	Quadrados Médios						
		AP	APL	NL	SL	PMS	P	MSR
Cultivar	3	2962,071*	11,488*	171376,342*	1013836,047*	911910,818*	636660,857*	57962,104*
Adubação	6	87,601*	0,476	6655,226	39757,696	26923,937	1418088,8001*	75175,571*
Cult*Adub	18	9,335	0,710	6571,738	33324,311	28723,541	130561,808	5893,806
Bloco	3	38,024	1,964	12018,723	70110,357	42391,152	401507,667	40864,604
Resíduo	81	8,332	1,124	4171,834	21600,573	29809,238	87858,759	5502,228
CV (%)		7,85	14,96	20,26	19,96	12,54	10,66	14,41
Médias		36,79	7,09	318,85	736,43	137,66	2779,32	5,15

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

Tabela 6A Resumo da análise de variância dos teores médios de Nitrogênio (N), Fósforo (P), Potássio (K), Cálcio (Ca), Magnésio (Mg), Enxofre (S), Boro (B), Cobre (Cu), Ferro (Fe), Manganês (Mn) e Zinco (Zn) obtidos de quatro cultivares de soja submetidas a diferentes métodos de nutrição com potássio, experimento em campo

FV	GL	Quadrados Médios										
		N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn
Cultivar	3	4230339,3*	39111,9*	212813,1*	445286,5*	40971,3*	1329,0*	1646349,7*	11482,9	259730431*	1636140,5*	7704528,0*
Adubação	6	378301,5*	5892,4*	95821,7*	23429,9*	8607,3*	1732,2*	108132,6*	18935,9	5915208,2	1634489,9*	9777112,3*
Cult*Adub	18	385339,9*	637,2	99997,1*	23520,6*	3509,0	408,5	107111,9*	16813,6	8678969,6*	365804,9	1018180,5
Bloco	3	145858,3	983,1	177289,3	200672,2	33567,5	359,2	475551,7	20697,2	17427171,9	983485,8	8981728,6
Resíduo	81	88314,5	757,0	24913,4	9225,6	3580,1	332,9	47657,6	10383,0	4850849,8	294053,4	1013593,2
CV (%)		6,37	7,40	9,30	9,74	15,22	6,88	9,12	18,02	15,85	21,23	22,06
Médias		46,67	3,72	16,98	9,86	3,93	2,65	23,94	5,66	138,97	25,54	45,63

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

Tabela 7A Resumo da análise de variância dos resultados de primeira contagem de germinação (PC), germinação (G%), envelhecimento acelerado (EA), condutividade elétrica (ds cm⁻³) (CE), emergência (E%), índice de velocidade de emergência (IVE), de quatro cultivares de soja submetidas a diferentes métodos de adubação com potássio, a campo antes do armazenamento

FV	GL	Quadrados médios					
		PC	G%	EA	CE	E%	IVE
Cultivar (C)	3	282.6041*	246.7380*	2097.2380*	2342.9869*	676.9166*	930.3394*
Adubação (A)	6	12.0357	12.8005	114.1755	206.9247	43.4583*	77.3042*
Bloco	3	31.2470	33.7380*	356.6666	769.1283	27.2023	38.3591
C*A	18	16.9722	15.4394	79.2033	72.5109	35.5694*	18.5102
Resíduo	81	13.2902	12.1763	64.6790	103.8329	14.3567	16.3965
Média		91.1796	92.3214	83.9285	83.5770	92.3750	38.4815
CV%		4.0	3,78	9.58	12.19	4.10	10.52

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

Tabela 8A Resumo da análise de variância dos resultados da análise sanitária para incidência de *Fusarium* (FU), *Phomopsis* (PHO), *Cercospora* (CER), *Alternária* (AL), *Penicilium* (PE), *Coletotrichum* (COL) e *Aspergillus* (ASP) de sementes de quatro cultivares de soja submetidas a diferentes métodos de adubação com potássio, a campo, antes do armazenamento

FV	GL	Quadrados médios						
		FUS	PHO	CERC	ALT	PEN	COLE	ASP
Cultivar (C)	3	6.0065*	0.9424*	78.7484*	0.9437*	16.6109*	0.0047	0.0909
Adubação (A)	6	0.5133	0.2827*	3.7770*	0.1498	1.9788	0.0047	0.1545*
Bloco	3	1.2745	0.0384	1.8729	0.2052	0.6466	0.0047	0.1105
C*A	18	1.9841	0.1161	0.9916	0.1069	1.5982	0.0047	0.0598
Resíduo	81	1.8177	0.1233	1.0103	0.0927	1.3560	0.0047	0.0580
Média		6.9239	1.2126	3.5744	1.1095	2.7928	1.0064	1.1036
CV%		19.47	28.96	28.12	27.44	41.70	6.82	21.83

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

Tabela 9A Resumo da análise de variância dos resultados de primeira contagem de germinação (PC), germinação (G%), envelhecimento acelerado (EA), condutividade elétrica (ds cm⁻³) (CE), emergência (E%), índice de velocidade de emergência (IVE), de quatro cultivares de soja submetidas a diferentes métodos de adubação com potássio, a campo após armazenamento

FV	GL	Quadrados médios					
		PC	G%	EA	CE	E%	IVE
Cultivar	3	96.8660*	72.2470*	902.6904*	3868.8189*	22.3660*	56.7874*
Adubação	6	6.8482	8.0148	110.4672	408.7115	5.3511	2.9942
Bloco	3	13.1994	5.3898	267.6190*	1029.7330*	7.0327	1.4016
C*A	18	6.0188	4.2331	62.4474	185.2159	5.7757	2.4618
Resíduo	81	8.2055	7.1244	52.6005	268.1128	6.0265	3.1054
Média		95.0803	95.9196	87.3214	86.9628	96.8482	45.8287
CV%		3.01	2,78	8.31	18.83	2.53	3.85

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

Tabela 10A Resumo da análise de variância dos resultados da análise sanitária para incidência de *Fusarium* (FU), *Phomopsis* (PHO), *Cercospora* (CER), *Alternária* (AL), *Penicilium* (PE), *Coletotrichum* (COL) e *Aspergillus* (ASP) de sementes de quatro cultivares de soja submetidas a diferentes métodos de adubação com potássio, a campo, após o armazenamento

FV	GL	Quadrados médios						
		FUS	PHO	CERC	ALT	PEN	COLE	ASP
Cultivar (C)	3	8.3244*	13.2685*	70.4723*	0.0493	0.0473	0.0255	0.1602
Adubação (A)	6	1.3468	0.2786	2.0332*	0.0569	0.0308	0.0207	0.0140
Bloco	3	1.5473	2.4346*	2.7653*	0.0493	0.0209	0.0255	0.0808
C*A	18	1.5183*	0.8073	0.8227	0.0865	0.0545	0.0292*	0.0765
Resíduo	81	0.7727	0.6567	0.6412	0.0745	0.0547	0.0155	0.0809
Média		5.7989	2.0777	3.4399	1.109	1.0698	1.0261	1.1070
CV%		15.16	39.00	23.28	24.62	21.86	12.17	25.69

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

ANEXO B

Imagens das enzimas correspondentes aos zimogramas apresentados no texto..

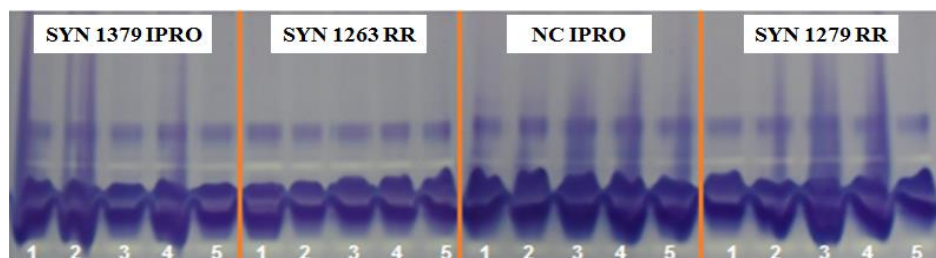


Figura 1B Padrões enzimáticos revelados para Malato Desidrogenase (MDH). Sendo: 1 (Dose recomendada de K no sulco - DRS), 2 (Dobro da dose recomendada de K no sulco- 2xDRS), 3 (Dose recomendada de K a lanço- DRL), 4 (Dose recomendada de K em cobertura-DRC) e 5 (Testemunha - sem aplicação de K- TEST)

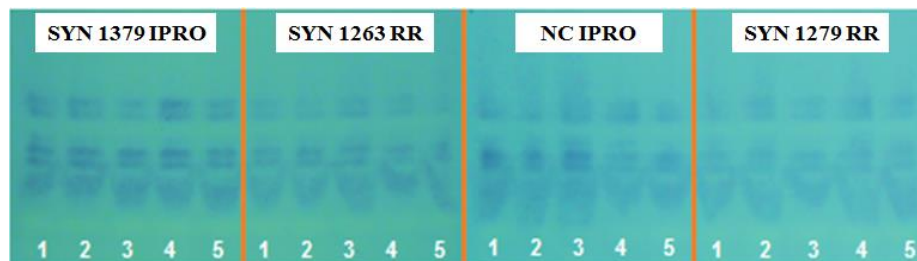


Figura 2B Padrões enzimáticos revelados para Álcool Desidrogenase (ADH). Sendo: 1 (Dose recomendada de K no sulco -DRS), 2 (Dobro da dose recomendada de K no sulco-2xDRS), 3 (Dose recomendada de K a lanço-DRL), 4 (Dose recomendada de K em cobertura-DRC) e 5 (Testemunha - sem aplicação de K-TEST)

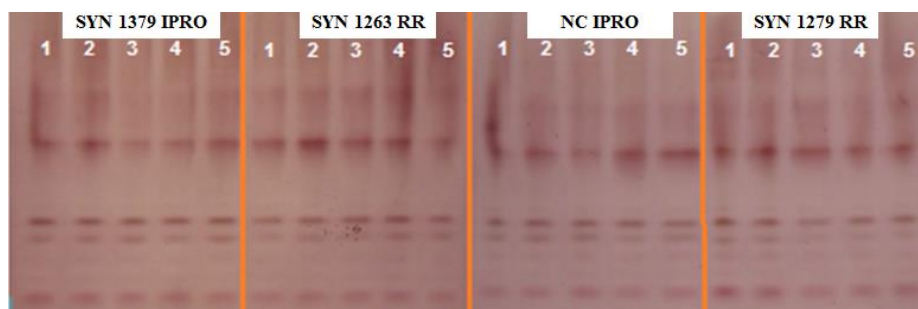


Figura 3B Padrões enzimáticos revelados para esterase (EST). Sendo: 1 (Dose recomendada de K no sulco -DRS), 2 (Dobro da dose recomendada de K no sulco-2xDRS), 3 (Dose recomendada de K a lança-DRL), 4 (Dose recomendada de K em cobertura-DRC) e 5 (Testemunha - sem aplicação de K-TEST)

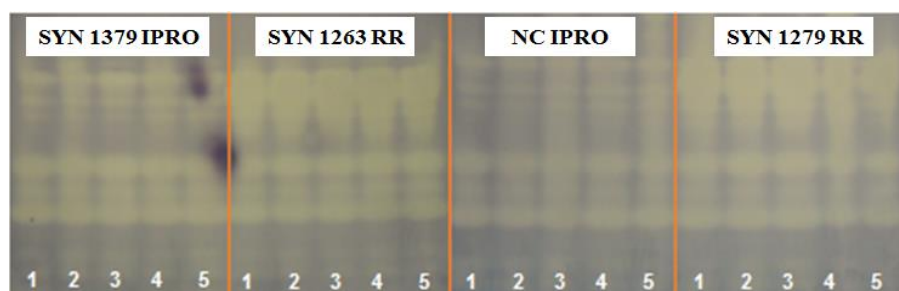


Figura 4B Padrões enzimáticos revelados para Superóxido Dismutase (SOD). Sendo: 1 (Dose recomendada de K no sulco -DRS), 2 (Dobro da dose recomendada de K no sulco-2xDRS), 3 (Dose recomendada de K a lança-DRL), 4 (Dose recomendada de K em cobertura-DRC) e 5 (Testemunha - sem aplicação de K-TEST)

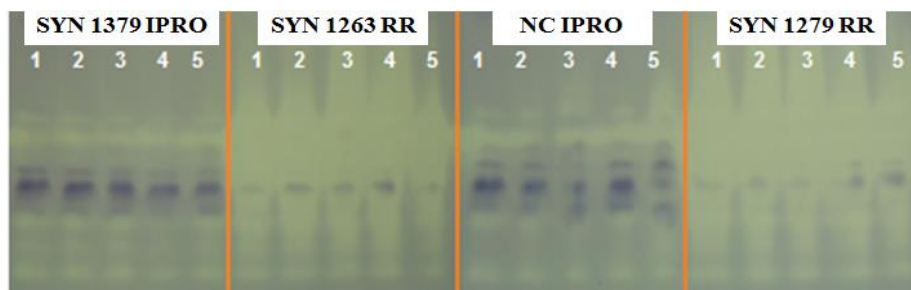


Figura 5B Padrões enzimáticos revelados para Isocitrato liase (ICL). Sendo: 1 (Dose recomendada de K no sulco -DRS), 2 (Dobro da dose recomendada de K no sulco-2xDRS), 3 (Dose recomendada de K a lanço-DRL), 4 (Dose recomendada de K em cobertura-DRC) e 5 (Testemunha - sem aplicação de K-TEST)

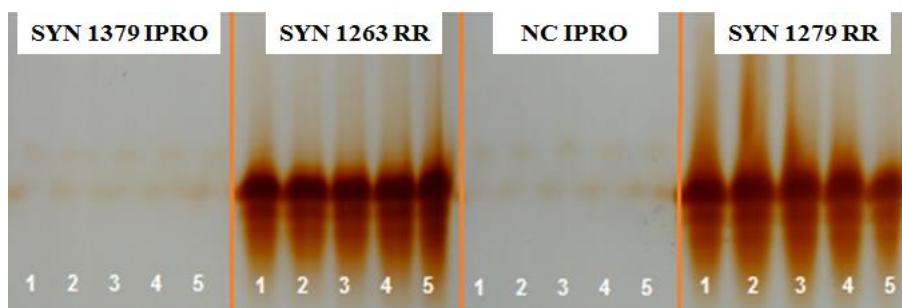


Figura 6B Padrões enzimáticos revelados para Peroxidase (PEX). Sendo: 1 (Dose recomendada de K no sulco -DRS), 2 (Dobro da dose recomendada de K no sulco-2xDRS), 3 (Dose recomendada de K a lanço-DRL), 4 (Dose recomendada de K em cobertura-DRC) e 5 (Testemunha - sem aplicação de K-TEST)