

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

FÁBIO RIBEIRO MACHADO

COMPONENTES DE RENDIMENTO E QUALIDADE DE SEMENTES
DE SOJA RELACIONADO A APLICAÇÃO DE FERTILIZANTES
FOLIARES

DISSERTAÇÃO

PATO BRANCO
2015

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA**

FÁBIO RIBEIRO MACHADO

**COMPONENTES DE RENDIMENTO E QUALIDADE DE SEMENTES
DE SOJA RELACIONADO A APLICAÇÃO DE FERTILIZANTES
FOLIARES**

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

PATO BRANCO

2015

FÁBIO RIBEIRO MACHADO

**COMPONENTES DE RENDIMENTO E QUALIDADE DE SEMENTES
DE SOJA RELACIONADO A APLICAÇÃO DE FERTILIZANTES
FOLIARES**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Pato Branco, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Agronomia - Área de Concentração: Produção Vegetal.

Orientador: Prof. Dr. Jean Carlo Possenti

PATO BRANCO

2015

M149c

Machado Ribeiro, Fábio

Componentes de rendimento e qualidade de sementes de soja relacionado a aplicação de fertilizantes foliares/ Fábio Ribeiro Machado. --2015.

119 f. : il. ; 30 cm

Orientador: Prof. Dr. Jean Carlo Possenti

Dissertação (Mestrado) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Programa de Pós-Graduação em Agronomia. Pato Branco, PR, 2015.

Bibliografia: f. 105 – 119

**1. Soja - Semente. 2. Adubos e fertilizantes. 3. Sementes - Qualidade.
I. Possenti, Jean Carlo , orient. III. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Programa de Pós-Graduação em Agronomia. III. Título.**

CDD: (22. ed.) 630

Ficha Catalográfica elaborada por:
Suélem Belmudes Cardoso CRB9/1630
Biblioteca da UTFPR Campus Pato Branco



Ministério da Educação
Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Câmpus Pato Branco
Diretoria de Pesquisa e Pós-Graduação
Programa de Pós-Graduação em Agronomia



TERMO DE APROVAÇÃO

Título da Dissertação n.º 115

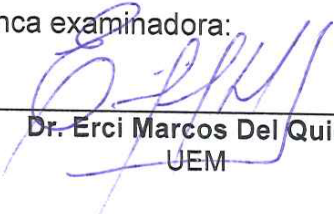
Componentes de rendimento e qualidade de sementes de soja relacionado a aplicação de fertilizantes foliares

por

Fabio Ribeiro machado

Dissertação apresentada às nove horas do dia dezessete de abril do ano de dois mil e quinze, como requisito parcial para obtenção do título de MESTRE EM AGRONOMIA, Linha de Pesquisa – Sistemas de Produção Vegetal, Programa de Pós-Graduação em Agronomia (Área de Concentração: Produção vegetal), Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Câmpus Dois Vizinho. O candidato foi arguido pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho APROVADO.


Banca examinadora:



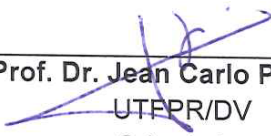
Dr. Erci Marcos Del Quiqui
UEM



Prof. Dr. Laércio Ricardo Sartor
UTFPR/DV

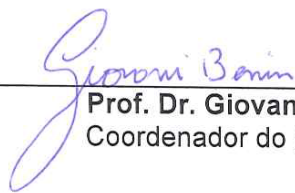


Prof. Dr. Lucas da Silva Domingues
UTFPR/DV



Prof. Dr. Jean Carlo Possenti
UTFPR/DV
Orientador

Visto da Coordenação:



Prof. Dr. Giovanni Benin
Coordenador do PPGAG

Dedico a realização desta dissertação a toda minha família, em especial a minha esposa Cleidilaine e nossa filha Heloísa, que sempre me apoiaram e por tudo que representam para mim.

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar agradeço a Deus pela vida e por proporcionar-me saúde e inteligência para realização deste trabalho.

Aos meus pais, José Ribeiro Machado Filho e Irene Klabunde, pelo verdadeiro amor, educação, valores familiares e incentivo ao estudo. Aos meus irmãos Fabiana, Fernanda e José Eduardo que sempre me apoiaram e incentivaram.

A minha esposa Cleidilaine pelo seu amor, carinho e compreensão durante a ausência. Obrigado por estar do meu lado nos momentos difíceis e ter me proporcionado a felicidade de ser pai de nossa maravilhosa filha, Heloísa.

Em especial ao meu orientador o Professor Dr. Jean Carlo Possenti pela amizade, incentivo e apoio. Obrigado pela paciência, compreensão e pela dedicação nos momentos que solicitei.

Aos demais professores do Programa de Pós-Graduação em Agronomia da UTFPR, pelos ensinamentos e pela amizade construída. A UTFPR pela oportunidade de realização do mestrado e aos amigos e colegas que conviveram comigo nesse período.

Um agradecimento especial ao meu amigo, compadre e colega de trabalho Ademir Fano. Seu auxílio foi fundamental para realização deste projeto, muito obrigado.

Agradeço a Cooperativa Coopavel, pela oportunidade de realização deste mestrado e aos colegas de trabalho que, de uma forma ou outra, contribuíram para que eu pudesse alcançar essa conquista.

A todos que de forma direta ou indireta colaboraram para a elaboração, condução e conclusão deste trabalho, muito obrigado.

“O sucesso nasce do querer, da determinação e persistência em se chegar a um objetivo. Mesmo não atingindo o alvo, quem busca e vence obstáculos, no mínimo fará coisas admiráveis.”

José de Alencar

RESUMO

MACHADO, Fábio Ribeiro. **Componentes de rendimento e qualidade de sementes de soja relacionado a aplicação de fertilizantes foliares**. 116 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Programa de Pós-Graduação em Agronomia (Área de Concentração: Produção vegetal), Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Pato Branco, 2015.

A utilização de fertilizantes foliares na cultura da soja tem aumentado nas últimas safras, devido a sua rápida resposta e ao baixo custo de utilização. Porém, na maioria das vezes a aplicação é realizada sem um prévio diagnóstico da lavoura, ou seja, sem critérios técnicos que justifiquem a sua utilização. Visando dar maiores subsídios a técnicos e produtores, o presente trabalho teve por objetivo estudar o efeito da aplicação de diferentes fertilizantes foliares sobre os componentes de rendimento e qualidade da semente de soja. O experimento foi implantado em três locais, em delineamento experimental de blocos casualizados em esquema fatorial 9 x 2, com três repetições por tratamento. O primeiro fator foi constituído pelos tratamentos (T), referentes a aplicação dos diferentes fertilizantes foliares, sendo: T1- Testemunha, T2- Produto A, T3- Produto B; T4- Produto C; T5- Produto D; T6 – Produto E; T7- Produto F, T8- Produto G e T9- Produto H. O segundo fator foi formado pelas duas épocas de aplicação dos produtos, uma em R2 (pleno florescimento) e a outra em R5 (enchimento de grão). O experimento foi dividido em dois estudos. No estudo um, verificou-se o efeito da aplicação de diferentes adubos foliares sobre os componentes de rendimento e produtividade da soja, onde foram avaliadas as variáveis, teor de nutriente foliar, índice de clorofila, teor de proteína, teor de óleo no grão, altura de plantas e os componentes de rendimento: número de vagens por planta, número de grãos por vagem, número de grãos por planta, massa de 1000 sementes e produtividade. Também foi realizada a análise econômica, para verificar os benefícios econômicos do uso desta tecnologia. No estudo dois, avaliou-se o desempenho das sementes de soja em função da aplicação dos produtos comerciais e épocas de aplicação em apenas dois locais. Neste, foram avaliadas as variáveis: percentagem de germinação; emergência em campo; índice de velocidade de emergência; comprimento de parte aérea; comprimento de raiz; matéria seca de plântulas. Apesar de ter ocorrido incremento nos teores foliares de alguns nutrientes devido à aplicação dos produtos, não foram observados resultados positivos no aumento da produtividade, possivelmente, porque os teores dos nutrientes no solo e a adubação de plantio foram suficientes para atender as exigências da cultura. Da mesma forma, a utilização dos fertilizantes foliares nas épocas de aplicação estudadas não influenciaram a qualidade fisiológica das sementes de soja.

Palavras-chave: *Glycine max*, adubação foliar, produtividade e sementes.

ABSTRACT

MACHADO, Fábio Ribeiro. Yield components and quality of soybean seeds related to application of foliar fertilizers. 116 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Programa de Pós-Graduação em Agronomia (Área de Concentração: Produção vegetal), Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Pato Branco, 2015.

Abstract The use of foliar fertilizers on soybean has increased in the last crops, thanks to your fast answer and low cost of use. However, the application usually is carried without a prior diagnosis of tillage, in other words, without technical criteria that justify your use. In order to give more subsidies to technicians and producers the present study aimed to study the effect of different foliar fertilizers about the yield components and soybean seed quality. The experiment was deployed in three locations, in experimental delimitation of randomized block in factorial plan 9 x2, with three replicates per treatment. The first factor relates to the treatment (T) regarding the application of different foliar fertilizers are: T1-Attestant, T2-Product A, T3-Product B; T4- Product C; T5- Product D; T6 – Product E; T7- Product F, T8- Product G e T9- Product H. The second factor refers to the two times of application of the product, one in R2 (full bloom) and the other in R5 (grain filling). The experiment was divided into two studies. In the first study, it was found the effect of foliar application of different manures on yield components and soybean yield, where the variables were evaluated, foliar nutrient content, chlorophyll content, protein content, oil content in the grain, plant height and yield components: number of pods per plant, number of grains per pod, number of grains per plant, mass of 1000 seeds and productivity. Also in this study was realized the economic analysis to verify the economic benefits the use of this technology. In study 2, was verified the performance of soybean seeds in function of application to the commercial products and application times in only 2 locations. These variables were analyzed: germination percentage; emergence in the field; speed index emergency; length of the shoot; root length; dry matter of seedlings. Although there was an increase in foliar levels of some nutrients due to products application, it was observed that had no positive results in increased productivity, possibly because the levels of nutrients in the soil and the planting fertilization were sufficient to meet crop requirements. Furthermore, the use of foliar fertilizers in the studied application times did not affect the physiological quality of soybean seeds.

Keywords: *Glycine max*, foliar fertilization, productivity and seeds.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

- Figura 1. Médias quinzenais dos índices pluviométricos (mm) do período entre agosto de 2013 e fevereiro de 2014 de cada local, durante os experimentos do estudo “Qualidade nutricional do grão e componentes de rendimento em função da época de aplicação de diferentes adubos foliares na cultura da soja”. UTFPR, Pato Branco, 2015.....44
- Figura 2. Médias quinzenais dos índices pluviométricos (mm) do período entre agosto de 2013 e fevereiro de 2014 de cada local, durante os experimentos do estudo “Desempenho de sementes de soja em função da época de aplicação de diferentes adubos foliares na cultura da soja”. UTFPR, Pato Branco, 2015.....91

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1. Localização geográfica e características físicas do solo⁽¹⁾ dos locais dos experimentos do estudo “Qualidade nutricional do grão e componentes de rendimento em função da época de aplicação de diferentes adubos foliares na cultura da soja”. UTFPR, Pato Branco, 2015.....39
- Tabela 2. Caracterização química dos solos⁽¹⁾ (teores de macronutrientes, acidez potencial, saturação por bases e alumínio) dos locais onde foram implantados os experimentos do estudo “Qualidade nutricional do grão e componentes de rendimento em função da época de aplicação de diferentes adubos foliares na cultura da soja”. UTFPR, Pato Branco, 2015.40
- Tabela 3. Caracterização química dos solos⁽¹⁾ (teores de micronutrientes, pH do solo e matéria orgânica) dos locais onde foram implantados os experimentos do estudo “Qualidade nutricional do grão e componentes de rendimento em função da época de aplicação de diferentes adubos foliares na cultura da soja”. UTFPR, Pato Branco, 2015.....40
- Tabela 4. Descrição das características técnicas dos fertilizantes foliares utilizados no estudo “Qualidade nutricional do grão e componentes de rendimento em função da época de aplicação de diferentes adubos foliares na cultura da soja”. UTFPR, Pato Branco, 2015.....41
- Tabela 5. Caracterização inicial do lote de sementes utilizado para implantação dos ensaios do estudo “Qualidade nutricional do grão e componentes de rendimento em função da época de aplicação de diferentes adubos foliares na cultura da soja”. UTFPR, Pato Branco, 2015.....42
- Tabela 6. Descrição dos tratos culturais realizados durante os ensaios do estudo “Qualidade nutricional do grão e componentes de rendimento em função da época de aplicação de diferentes adubos foliares na cultura da soja”. UTFPR, Pato Branco, 2015.....43
- Tabela 7. Resumo da análise de variância conjunta para os índices de clorofila A (CLA), clorofila B (CLB) e clorofila total (CLT), incluindo fonte de variação (FV) graus de liberdade (GL) e quadrado médio (QM), da cultura da soja submetida a aplicação de diferentes fertilizantes foliares em duas épocas de aplicação na fase reprodutiva. UTFPR, Pato Branco, 2015.....50
- Tabela 8. Comparação das médias para os três locais dos índices de Clorofila A (CLA) e clorofila (CLB), da cultura da soja submetida à aplicação de diferentes fertilizantes foliares em duas épocas de aplicação na fase reprodutiva. UTFPR, Pato Branco, 2015.....51
- Tabela 9. Comparação das médias para os três locais para o índice de clorofila total (CLT), da cultura da soja submetida a aplicação de diferentes fertilizantes foliares em duas épocas de aplicação na fase reprodutiva. UTFPR, Campus Pato Branco, 2015.....51
- Tabela 10. Teores foliares dos Macronutrientes (g Kg^{-1} de massa seca), Nitrogênio

(N), Fósforo (P), Potássio (K), Cálcio (Ca), Magnésio (Mg) e dos micronutrientes (mg Kg⁻¹), Fe (Ferro, Manganês (Mn), Cobre (Cu), Zinco (Zn) e Boro (B), da cultura da soja no estádio R1 antes da aplicação dos fertilizantes foliares. UTFPR, Pato Branco, 2015.....53

- Tabela 11. Resumo da análise de variância conjunta para os teores foliares de nitrogênio (N, g Kg⁻¹ de massa seca), fósforo (P, g Kg⁻¹ de massa seca), potássio (K, g Kg⁻¹ de massa seca), cálcio (Ca, g kg⁻¹ de massa seca), magnésio (Mg, g Kg⁻¹ de massa seca), incluindo fonte de variação (FV), graus de liberdade (GL) e quadrado médio (QM), da cultura da soja submetida a aplicação de diferentes fertilizantes foliares em duas épocas de aplicação na fase reprodutiva. UTFPR, Pato Branco, 2015.....54
- Tabela 12. Médias para cada local dos teores foliares de nitrogênio (N, g Kg⁻¹), da cultura da soja submetida a aplicação de diferentes fertilizantes foliares em duas épocas de aplicação na fase reprodutiva. UTFPR, Pato Branco, 2015.....55
- Tabela 13. Médias para cada local dos teores foliares de fósforo (P, g Kg⁻¹), da cultura da soja submetida a aplicação de diferentes fertilizantes foliares em duas épocas de aplicação na fase reprodutiva. UTFPR, Pato Branco, 2015.....58
- Tabela 14. Médias para cada local dos teores foliares de potássio (K, g Kg⁻¹), da cultura da soja submetida a aplicação de diferentes fertilizantes foliares em duas épocas de aplicação na fase reprodutiva. UTFPR, Pato Branco, 2015.....60
- Tabela 15. Médias para cada local dos teores foliares de Cálcio (Ca, g kg⁻¹), da cultura da soja submetida a aplicação de diferentes fertilizantes foliares em duas épocas de aplicação na fase reprodutiva. UTFPR, Pato Branco, 2015.....63
- Tabela 16. Médias para cada local dos teores foliares de Magnésio (Mg, g Kg⁻¹), da cultura da soja submetida a aplicação de diferentes fertilizantes foliares em duas épocas de aplicação na fase reprodutiva. UTFPR, Pato Branco, 2015.....64
- Tabela 17. Resumo da análise de variância para os teores foliares de enxofre (S, g Kg⁻¹ de massa seca), Ferro (Fe, mg Kg⁻¹ de massa seca), Manganês (Mn, mg Kg⁻¹ de massa seca), Cobre (Cu, mg kg⁻¹ de massa seca), Zinco (Zn g Kg⁻¹ de massa seca), Boro (B mg Kg⁻¹ de massa seca), incluindo fonte de variação (FV), graus de liberdade (GL) e quadrado médio (QM), da cultura da soja submetida a aplicação de diferentes fertilizantes foliares em duas épocas de aplicação na fase reprodutiva no município de Capitão Leônidas Marques. UTFPR, Pato Branco, 2015.....66
- Tabela 18. Médias dos teores foliares de enxofre (S, g Kg⁻¹ de massa seca), Ferro (Fe,mg Kg⁻¹ de massa seca), Manganês (Mn,mg Kg⁻¹ de massa seca), da cultura da soja submetida a aplicação de diferentes fertilizantes foliares em duas épocas de aplicação na fase reprodutiva, no município de Capitão Leônidas Marques - PR. UTFPR, Pato Branco - PR, 2015.....67

- Tabela 19. Médias para dos teores foliares de Cobre (Cu, mg Kg⁻¹ de massa seca), Zinco (Zn, mg Kg⁻¹ de massa seca), Boro (B, mg Kg⁻¹ de massa seca), da cultura da soja submetida a aplicação de diferentes fertilizantes foliares em duas épocas de aplicação na fase reprodutiva, no município de Capitão Leônidas Marques - PR. UTFPR, Pato Branco, 2015.....67
- Tabela 20. Resumo da análise de variância conjunta para as variáveis, altura de plantas (ALT, cm), número de grãos vagem⁻¹ (NGV), número de vagens planta⁻¹ (NVP), número de grãos planta⁻¹ (NGP), massa de mil sementes (MMS, g) e produção de grãos (PROD, Kg ha⁻¹), incluindo fonte de variação (FV), graus de liberdade (GL) e quadrado médio (QM), da cultura da soja submetida à aplicação de diferentes fertilizantes foliares em duas épocas de aplicação na fase reprodutiva. UTFPR, Pato Branco, 2015.....69
- Tabela 21. Comparação das Médias dos três locais para a variável massa de mil sementes (MMS, g), da cultura da soja submetida à aplicação de diferentes fertilizantes foliares em duas épocas de aplicação na fase reprodutiva. UTFPR, Pato Branco, 2015.....70
- Tabela 22. Médias dos três locais para as variáveis altura de plantas (ALT, cm) número de grãos vagem⁻¹ (NGV), número de vagens planta⁻¹ (NVP), número de grãos planta⁻¹ (NGP) e produção de grãos (PROD, Kg ha⁻¹), da cultura da soja submetida à aplicação de diferentes fertilizantes foliares em duas épocas de aplicação na fase reprodutiva. UTFPR, Pato Branco, 2015.....71
- Tabela 23. Resumo da análise de variância conjunta para as variáveis relacionadas a qualidade do grão, proteína bruta (PB, %) e extrato etéreo (EE, %), incluindo fonte de variação (FV), graus de liberdade (GL) e quadrado médio (QM), da cultura da soja submetida à aplicação de diferentes fertilizantes foliares em duas épocas de aplicação na fase reprodutiva. UTFPR, Pato Branco, 2015.....75
- Tabela 24. Médias para os três locais para as variáveis relacionadas a qualidade do grão, proteína bruta (PB, %) e teor de óleo ou estrato etéreo (EE, %), da cultura da soja submetida à aplicação de diferentes fertilizantes foliares em duas épocas de aplicação na fase reprodutiva. UTFPR, Campus Pato Branco, 2015.....76
- Tabela 25. Análise econômica da cultura da soja submetida à aplicação de diferentes fertilizantes foliares em duas épocas de aplicação na fase reprodutiva. UTFPR, Pato Branco, 2015.....77
- Tabela 26. Localização geográfica e características físicas do solo⁽¹⁾ dos locais dos experimentos do estudo “Desempenho de sementes de soja em função da época de aplicação de diferentes adubos foliares na cultura da soja”. UTFPR, Pato Branco, 2015.....86
- Tabela 27. Caracterização química dos solos⁽¹⁾ (teores de macronutrientes, acidez potencial, saturação por bases e alumínio) dos locais onde foram implantados os experimentos do estudo “Desempenho de sementes de soja em função da época de aplicação de diferentes adubos foliares na

cultura da soja". UTFPR, Pato Branco, 2015.....	87
Tabela 28. Caracterização química dos solos ⁽¹⁾ dos locais (teores de micronutrientes, pH do solo e matéria orgânica) dos locais onde foram implantados os experimentos do estudo "Desempenho de sementes de soja em função da época de aplicação de diferentes adubos foliares na cultura da soja". UTFPR, Pato Branco, 2015.....	87
Tabela 29. Descrição das características técnicas dos fertilizantes foliares utilizados para realização do estudo "Desempenho de sementes de soja em função da época de aplicação de diferentes adubos foliares na cultura da soja". UTFPR, Pato Branco, 2015.....	88
Tabela 30. Caracterização inicial do lote de sementes utilizado para implantação dos ensaios do estudo "Desempenho de sementes de soja em função da época de aplicação de diferentes adubos foliares na cultura da soja". UTFPR, Pato Branco, 2015.....	89
Tabela 31. Descrição dos tratos culturais realizados durante os ensaios do estudo "Desempenho de sementes de soja em função da época de aplicação de diferentes adubos foliares na cultura da soja". UTFPR, Pato Branco, 2015.	90
Tabela 32. Resumo da análise de variância conjunta entre os locais para as variáveis, percentagem de sementes esverdeadas (SV, %), comprimento radicular de plântulas (CRP, mm), comprimento parte aérea de plântula (CAP, mm), massa seca de plântula (MSP, g), percentagem de germinação (PG,%), índice de velocidade de emergência em campo (IVE) e percentagem de emergência a campo (EC, %), incluindo fonte de variação (FV), graus de liberdade (GL) e quadrado médio (QM), de sementes oriundas de soja submetida à aplicação de diferentes fertilizantes foliares em duas épocas de aplicação na fase reprodutiva. UTFPR, Pato Branco, 2015.....	95
Tabela 33. Médias dos dois locais para as variáveis, percentagem de sementes esverdeadas (SV%), comprimento radicular de plântula (CRP, cm), comprimento da parte aérea de plântula (CAP, cm), massa seca de plântulas (MSP, mg) e Índice de velocidade de emergência (IVE) de sementes oriundas de soja submetida à aplicação de diferentes fertilizantes foliares em duas épocas de aplicação na fase reprodutiva. UTFPR, Pato Branco, 2015.....	96
Tabela 34. Médias de cada local, para a variável percentagem de emergência em campo (EC, %), de sementes oriundas de soja submetida à aplicação de diferentes fertilizantes foliares em duas épocas de aplicação na fase reprodutiva. UTFPR, Pato Branco, 2015.....	100

ISTA DE SIGLAS ACRÔNIMOS

ABRATES	Associação Brasileira de Tecnológica de Sementes
AOAC	Associação Oficial dos Analistas Químicos
AOSA	Associação Oficial dos Analistas de Sementes
BA	Unidade da Federação – Bahia
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
EUA	Estados Unidos
FAEPE	Fundação de Apoio ao Ensino, Pesquisa e Extensão (UFLA)
FUNEP	Fundação de Apoio ao Ensino, Pesquisa e Extensão (Jaboticabal)
MG	Unidade da Federação – Minas Gerais
PR	Unidade da Federação – Paraná
RAS	Regra de Análises de Sementes
SBCS	Sociedade Brasileira de Ciência do Solo
SP	Unidade da Federação – São Paulo
UFBA	Universidade Federal da Bahia
UFG	Universidade Federal de Goiás
UFLA	Universidade Federal de Lavras
UFP	Universidade de Passo Fundo
UFP	Universidade Federal da Bahia
UFPeI	Universidade Federal de Pelotas
UFRGS	Universidade Federal do Rio Grande do Sul
UNESP	Universidade Estadual Paulista
USDA	Departamento de Agricultura dos Estados Unidos
UTFPR	Universidade Tecnológica Federal do Paraná

LISTA DE ABREVIATURAS

AP	Altura de plantas
B	Boro
Ca	Cálcio
CAP	Comprimento parte aérea de plântula
CLA	Índice de Clorofila A
CLB	Índice de Clorofila B
CLT	Índice de Clorofila Total (A+B)
cm	Centímetros
CRP	Comprimento radicular de plântula
Cu	Cobre
EC	Emergência em campo
EE	Estrato etéreo
Fe	Ferro
FV	Fonte de Variação
g	Gramas
GL	Graus de liberdade
ha	Hectare
IVE	Índice de velocidade de emergência
K	Potássio
Kg	Quilogramas
Kg ha ⁻¹	Quilogramas por hectare
L ha ⁻¹	Litros por hectare
m	Metros
m ²	Metro quadrado
Mg	Magnésio
mg	Miligramas
mL	Milímetros
MMS	Massa de mil sementes
Mn	Manganês
Mo	Molibdênio
MSP	Massa seca de plântula
N	Nitrogênio
NGV	Número de grãos por vagem
nm	Nanômetro
NVP	Número de vagens por planta
P	Fósforo
PB	Proteína Bruta
PG	Porcentagem de germinação
pH	Potencial hidrogeniônico
PROD	Produção de grãos
QM	Quadrado médio
SV	Sementes Esverdeadas
TC	Teor de Clorofila
UE	Unidade Experimental
UO	Unidade de Observação
dm ⁻³	Decímetro Cúbico
Zn	Zinco

LISTA DE SÍMBOLOS

%	Porcentagem
°C	Graus Celsius

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO GERAL.....	19
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	21
2.1 A CULTURA DA SOJA.....	21
2.2 IMPORTÂNCIA DA NUTRIÇÃO FOLIAR DE PLANTAS.....	23
2.3 MECANISMO DE ABSORÇÃO FOLIAR DE NUTRIENTES.....	25
2.4 FUNÇÃO DOS NUTRIENTES.....	26
2.5 CONSTITUINTES DO GRÃO DE SOJA.....	32
2.6 QUALIDADE DA SEMENTE.....	33
3 QUALIDADE NUTRICIONAL DO GRÃO E COMPONENTES DE RENDIMENTO EM FUNÇÃO DA ÉPOCA DE APLICAÇÃO DE DIFERENTES ADUBOS FOLIARES NA CULTURA DA SOJA.....	35
3.1 RESUMO.....	35
3.2 ABSTRACT:.....	36
3.3 INTRODUÇÃO.....	37
3.4 MATERIAL E MÉTODOS.....	39
3.4.1 Localização e caracterização das áreas experimentais.....	39
3.4.2 Delineamento experimental.....	40
3.4.3 Descrição dos fertilizantes foliares.....	41
3.4.4 Condução dos ensaios.....	42
3.4.5 Avaliações.....	44
3.4.6 Análise dos dados.....	49
3.5 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	50
3.5.1 Índice de clorofila.....	50
3.5.2 Teores de nutrientes foliares.....	53
3.5.2 Resposta dos componentes de rendimento e produtividade.....	68
3.5.3 Respostas da qualidade do grão.....	75
3.5.4 Resultados da análise econômica.....	76
3.6 CONCLUSÃO.....	81
4 DESEMPENHO DE SEMENTE DE SOJA EM FUNÇÃO DA ÉPOCA DE APLICAÇÃO DE DIFERENTES ADUBOS FOLIARES NA CULTURA DA SOJA..	82
4.1 RESUMO.....	82
4.2 ABSTRACT.....	83
4.3 INTRODUÇÃO.....	84
4.4 MATERIAL E MÉTODOS.....	86
4.4.1 Localização e Caracterização das áreas experimentais.....	86

4.4.2 Delineamento experimental.....	87
4.4.3 Descrição dos fertilizantes foliares.....	88
4.4.4 Condução dos ensaios.....	89
4.4.5 Avaliações.....	91
4.4.2 Análise dos dados.....	93
4.5 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	95
4.6 CONCLUSÃO.....	102
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	103
REFERÊNCIAS.....	105

1 INTRODUÇÃO GERAL

No Brasil, a sojicultura apresenta números expressivos que traduz a grande importância econômica e social que a atividade gera para a economia do país. Atualmente, o país é o segundo maior produtor e exportador mundial de soja, com grandes áreas, nível tecnológico avançado e alta produtividade (CONAB, 2014). Oleaginosa de alto valor biológico e excelente fonte de proteína, a soja é muito utilizada no consumo humano (óleo, leite de soja, carne de soja) e animal (farelo e ração), caracterizando-se como fonte de matéria prima impulsionadora de diversificados complexos agroindustrial (FERREIRA JUNIOR et al., 2010).

Devido sua grande importância, a cultura da soja tem apresentado intensa atividade de pesquisa dirigida à obtenção de técnicas, que possibilitem aumentos na produtividade e redução nos custos de produção. O crescimento da produção e o aumento da capacidade produtiva da soja brasileira foram alcançados, em parte, graças aos avanços científicos e a disponibilização de tecnologias ao setor produtivo. Dentre essas tecnologias destacam-se a utilização de fertilizantes minerais foliares e a produção e utilização de sementes de qualidade (SUZANA et al., 2012; PESKE et al., 2012).

A disponibilidade de produtos comerciais contendo micronutrientes tem aumentado nos últimos anos, embora, existam resultados experimentais mostrando grande variabilidade, o que torna este tema contraditório. A diminuição do custo relativo no uso de micronutrientes e a expectativa de ganhos em escala nos últimos anos, tem motivado produtores a utilizar micronutrientes (CERETTA, 2004).

De acordo com Borket (1987), os fundamentos científicos que suportam este tipo de adubação foliar, baseiam-se no fato de que, do início do estágio reprodutivo até a maturação, ou seja, da floração em diante, a atividade radicular e a absorção diminuem, ao mesmo tempo em que há grande translocação de nutrientes das folhas para as sementes em formação. A adubação foliar tem sido proposta para aumentar ou manter a concentração de nutrientes nas folhas, no período de enchimento de grãos, já que nesta fase, a absorção de nutrientes pelas raízes é praticamente nula (GARCIA; HANWAY, 1998). Assim, pode-se através desta prática aumentar o conteúdo de nutrientes na planta e o metabolismo

formador de estruturas reprodutivas, promovendo assim aumento na produtividade.

As sementes são responsáveis por grande parte da evolução da agricultura brasileira, e os esforços por parte dos produtores para a produção de sementes de alta qualidade, representa a base para o sucesso da lavoura. Diversos fatores afetam a qualidade das sementes, destacando-se a adubação (SÁ, 1994). O estado nutricional de uma planta determina o de suas sementes e, conseqüentemente, o vigor de seus descendentes por várias gerações (EPSTEIN E BLOOM, 2006).

O suprimento de nutrientes por meio da adubação foliar é de fácil aplicação e apresenta custos relativamente baixos, além de ser adaptável aos pulverizadores normalmente utilizados pelos produtores na aplicação de outros produtos, tais como inseticidas e fungicidas (SORATTO et al., 2011). Entretanto, sabe-se pouco sobre as situações nas quais os fertilizantes foliares podem complementar os fertilizantes do solo, visando o aumento da eficiência de uso do nutriente, proporcionando aumento na produtividade e melhoria na qualidade da semente, necessitando ainda da realização de estudos científicos (CARVALHO et al., 2001).

Neste contexto, este estudo objetivou verificar as possíveis influências de diferentes fertilizantes foliares comerciais, aplicados em duas fases distintas, durante o período de florescimento e enchimento de grãos sobre os componentes de rendimento, produtividade e na qualidade das sementes de soja.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 A CULTURA DA SOJA

A soja [*Glycine max* (L.) Merrill] cultivada hoje pelo mundo é muito diferente dos ancestrais que lhe deram origem. Nos seus primórdios, a soja era uma planta rasteira e habitava a costa leste da Ásia, principalmente a China. Sua evolução ocorreu de plantas oriundas de cruzamentos naturais entre duas espécies selvagens, que foram domesticadas e melhoradas por melhoristas da antiga China, onde o grão começou a ser utilizado como alimento (EMBRAPA, 2005).

A soja é uma das plantas mais importantes do mundo, principalmente pela constituição de seu grão, que é composto aproximadamente por 40 % de proteína e 20% de óleo. O grão pode fornecer o óleo para alimentação humana, produção de biodiesel, desinfetantes, lubrificantes, sabões e etc. O farelo de soja é utilizado na alimentação humana e animal, também, na manufatura de muitos produtos processados e semiprocessados (SEDIYAMA, 2009).

O grão de soja origina produtos e subprodutos utilizados atualmente pela agroindústria de alimentos e indústria química. A proteína da soja origina produtos comestíveis e é utilizada também pela indústria de adesivos e nutrientes, alimentação animal e outros produtos de interesse comercial. A soja integral é utilizada pela indústria de alimentos em geral, e óleo cru se transforma em óleo refinado e lecitina, que dá origem a inúmeros outros produtos (EMBRAPA 2003). Conforme Black (2000) os benefícios do consumo de derivados de soja consistem na prevenção de doenças coronárias, determinados tipos de câncer, osteoporose, doenças renais e alguns sintomas da menopausa.

No início de século XX a soja passou a ser cultivada comercialmente nos Estados Unidos. No Brasil, o grão chegou através dos primeiros imigrantes japoneses em 1908, mas foi introduzida oficialmente no Rio Grande do Sul em 1914. Porém, a expansão da soja no Brasil, aconteceu nos anos 70, com o interesse crescente da indústria de óleo e a demanda do mercado internacional. A boa adaptação da soja nas terras do sul do país, junto com a crescente demanda dos mercados interno e externo deram estabilidade aos preços do produto no mercado,

o que incentivou o aumento da área destinada à produção (EMBRAPA, 2003).

No estado do Paraná a soja já era conhecida desde 1939, trazida por agricultores do Rio Grande do Sul, mas até a década de 1950, sua produção não era superior a 60 mil toneladas. Sua expansão no estado começou com a substituição das áreas destinadas ao plantio de arroz de sequeiro, nos Campos Gerais e depois, em virtude da geada devastadora nos anos 50, passou a substituir no Norte e no Nordeste, os cafezais devastados (CARUSO, 1997).

O complexo soja se tornou um dos setores mais produtivos do mundo, sendo responsável pela formação de um atuante complexo empresarial entre propriedades agrícolas, indústrias, cooperativas e empresas prestadoras de serviços, e no Brasil, cerca de 250 mil produtores rurais vivem da renda gerada por essa oleaginosa (RUCHS 2010). No contexto das grandes culturas produtoras de grãos, a soja foi a que mais cresceu em termos percentuais nos últimos 30 anos, tanto no Brasil como em nível mundial. Na safra 2013/2014, o Brasil figurou como o segundo maior produtor mundial desta oleaginosa, com a produção de 86,12 milhões de toneladas, ficando atrás apenas dos EUA, com a produção em torno de 91,40 milhões de toneladas (USDA, 2015).

No País, a área plantada com a oleaginosa na safra 2013/2014 apresentou um incremento de 8,8 %, passando de 27,73 para 30,17 milhões de hectares. Além disso, sua produção teve um aumento de 5,7%, atingindo uma produção de 86,12 milhões de toneladas, contra as 81,49 milhões de toneladas do ano anterior. Com isso, o Brasil alcançou uma produtividade média de 2854 kg ha⁻¹ na safra 2013/2014, sendo 2,9 % inferior a safra anterior, que foi de 2938 kg ha⁻¹ (CONAB, 2014).

O Estado do Paraná é o segundo maior produtor dessa oleaginosa, com área de cultivo de 5,01 milhões de hectares na safra de 2013/14, mostrando um aumento de 5,4% na área, se comparada com a safra anterior que foi de 4,75 milhões de hectares. O estado obteve produção de 14,78 milhões de toneladas, o que representou aproximadamente 17,2 % da produção nacional nesta safra, sendo a produtividade média de 2950 kg ha⁻¹ (CONAB, 2014).

2.2 IMPORTÂNCIA DA NUTRIÇÃO FOLIAR DE PLANTAS

Uma opção para fornecimento de nutrientes em situações onde a absorção dos mesmos via sistema radicular não seja satisfatória, seria a aplicação de fertilizantes via foliar. Assim como as raízes, as folhas das plantas têm capacidade de absorver os nutrientes depositados em sua superfície (LOPES, 1999). A técnica de aplicação de nutrientes às folhas das plantas, com o objetivo de complementar ou suplementar as necessidades nutricionais das mesmas, não é uma prática recente, sendo conhecida há mais de 100 anos (BORKET, 1987).

Segundo Malavolta (1980), as primeiras informações sobre a adubação foliar foram datadas no século XIX e no Brasil, tudo indica que os primeiros trabalhos sobre absorção foliar de plantas surgiram no final da década de 1950 e início de 1960, tanto em condições controladas como em condições de campo, e foram realizados com o cafeeiro em Campinas-SP.

O principal objetivo da fertilização foliar está no uso eficiente dos nutrientes, sendo praticada no mundo inteiro e em diferentes culturas, onde seus maiores interesses são corrigir deficiências eventuais dentro do ciclo da planta; fornecer micronutrientes em solos que apresentem teores baixos; aumentar o aproveitamento dos adubos e fornecer nutrientes em cobertura quando há impossibilidade de aplicação mecânica no solo (FAQUIN, 2005).

Os nutrientes foliares são mobilizados diretamente para a folha da planta, que é o objetivo da fertilização, aumentar a taxa de fotossíntese nas folhas e estimular a absorção de nutrientes pela raiz da planta. Fertilizantes foliares são um sistema efetivo de aplicar micronutrientes ou pequenas quantidades de nutrientes, como suplementos de alguns elementos (MOCELLIN, 2004).

Ainda segundo Mocellin (2004), os fertilizantes foliares podem corrigir deficiências, aumentar as colheitas com baixo rendimento, aumentar o crescimento e a velocidade de crescimento das plantas. Quando usados juntamente com fertilizantes sólidos podem corrigir rapidamente o balanço nutricional e aumentar a captação das raízes. Porém, isso não significa que o uso de fertilizantes foliares substitui o uso de fertilizantes sólidos, mas que pode incrementar a disponibilidade dos elementos principais utilizados na sua forma sólida.

Uma opção dentro do uso de fertilizantes foliares é a utilização de aminoácidos na composição das formulações, que começa a atrair atenção, por apresentar resultados bastante satisfatórios em pesquisas realizadas em universidades e fundações. Todos os seres vivos (incluindo as plantas) têm como base para a sua existência os aminoácidos, pois a partir deles são sintetizadas inúmeras proteínas e enzimas além de hormônios que regulam diversas reações metabólicas sem as quais a vida não poderia existir (REIS E MINGUILI, 2005).

A exigência nutricional das culturas, em geral, torna-se mais intensa com o início da fase reprodutiva, sendo mais crítica na época de formação das sementes, quando consideráveis quantidades de nutrientes são para elas translocadas. Essa maior exigência se deve ao fato dos nutrientes serem essenciais à formação e ao desenvolvimento de novos órgãos de reserva (CARVALHO E NAKAGAWA, 2000).

A cultura da soja no início de seu desenvolvimento apresenta uma pequena absorção de nutrientes e conseqüentemente uma reduzida taxa de acúmulo de matéria seca. No entanto, no período compreendido entre os 30 e 60 dias, ocorre uma alta taxa de absorção e acúmulo, caracterizando a primeira inflexão. Na fase seguinte, que é caracterizada pelo enchimento de grãos a taxa desses parâmetros apresentam uma sensível queda (ARANTES E SOUZA, 1993).

A época de aplicação exerce influência na produtividade de grãos e produção de sementes, pois a época de maior demanda de nutrientes pelas plantas de soja ocorre nos estádios R1 (início do florescimento) a R5 (início do enchimento de grão). No entanto, as maiores quantidades de macronutrientes absorvidos pelas plantas ocorre após o florescimento, isto aliado à alta taxa de translocação que se observa na planta nesta época, gera discussão a respeito da eficiência da adubação foliar em soja, muitas vezes relegando-se a um segundo plano a capacidade do solo em fornecer nutrientes (ROSOLEM, 1989).

Entretanto, sabe-se pouco sobre as situações nas quais os fertilizantes foliares podem complementar os fertilizantes do solo, visando o aumento da eficiência de uso do nutriente, da produtividade e do lucro (CARVALHO et al., 2001), necessitando-se ainda da realização de estudos científicos. Sabe-se, de antemão, que a aplicação de nutrientes via foliar incluem o baixo custo, a rapidez de resposta

das plantas, otimização de uso dos nutrientes, dentre outros (OOSTERHUIS, 2001).

2.3 MECANISMO DE ABSORÇÃO FOLIAR DE NUTRIENTES

Segundo Camargo e Silva (1990), para entendermos o processo de fertilização foliar, o vegetal pode ser dividido em duas partes. A primeira o apoplasto, que é constituído por cutículas, paredes celulósicas, vasos lenhosos, tecidos suberificados e lignificados, colênquima e esclerênquima. A segunda o simplasto, que é formado pelas partes consideradas vivas, que são os plasmalemas, tonoplastos, citoplasmas, plasmodesmos, ectodesmos e membranas nucleares e organelas. Dessa forma, para que ocorra a absorção de íons e moléculas, estes devem romper duas barreiras: a cuticular, para entrarem no apoplasto, e o plasmalema, para passarem do apoplasto para o simplasto (CASTRO, 2009).

Assim como a absorção radicular, a absorção foliar também ocorre em duas fases, uma ativa e a outra passiva. Onde na passiva o elemento aplicado atravessa a cutícula, a parede celular e os espaços intercelulares, chegando até a superfície externa do plasmalema, se movimentando através do ectodesmata. Já na ativa o elemento atravessa o plasmalema, atingindo o citoplasma, podendo se acumular no vacúolo ou ser transportado para outras partes da planta (ROSOLEM, 2002). Após atravessar o mesófilo, os solutos entram no apoplasto e em seguida são transferidos ao floema por um processo ativo (FRANCESCHI E GIAQUINTA, 1983).

Para que o nutriente possa entrar no citoplasma, este deve atravessar a cutícula foliar, a parede celular e o plasmalema. Onde as cutículas têm em sua constituição, misturas de ácidos graxos e ceras, que possuem ação repelente a água. Entretanto a água e os solutos atravessam a cutícula, e a hipótese mais recente é que a penetração deve ocorrer através de poros hidrofílicos presentes na cutícula, com diâmetro inferior a 1 nanômetro (nm). Essas estruturas explicam a passagem facilitada de pequenas moléculas sem cargas, como a ureia (raio de 0,44 nm), e a dificuldade de passagem de macromoléculas de quelatos sintéticos (CHAMEL E GAMBONNET, 1982).

De acordo com Boaretto et al. (2003), o nutriente, chegando ao

citoplasma celular, pode atravessar o tonoplasto para chegar ao vacúolo, ou pode translocar-se para outras células por via de plasmodesmas, até chegar ao floema das nervuras e, daí, ser transportado para os locais de consumo, formando os compostos que fazem parte do organismo vegetal.

A velocidade com que um nutriente é absorvido via foliar, varia conforme o nutriente em questão, tipo de cultura e o ambiente. Ao considerarmos todos os outros fatores em igualdade de condições, a velocidade de absorção foliar de alguns nutrientes, baseando-se no tempo necessário para a absorção de 50% do total aplicado nas folhas, tem-se: Nitrogênio (uréia) $\frac{1}{2}$ - 36 horas; Fósforo 01 – 15 dias; Potássio 01 – 04 dias; Cálcio 10 – 96 horas; Magnésio 10 - 24 horas; Enxofre 05 – 10 dias; Cloro 01 – 04 dias; Ferro 10 – 20 dias; Manganês 01 – 02 dias; Molibdênio 10 – 20 dias e Zinco 01 – 02 dias (WITTEWER, 1961 apud FAQUIN, 2005).

2.4 FUNÇÃO DOS NUTRIENTES

Os nutrientes possuem funções específicas e essenciais no metabolismo das plantas e podem ser classificados em macronutrientes e micronutrientes, que leva em consideração às suas concentrações na planta, conforme são requeridos para o crescimento e a reprodução adequada destas. O grupo dos macronutrientes é constituído pelo Nitrogênio (N), Fósforo (P), Potássio (K), Cálcio (Ca), Magnésio (Mg) e Enxofre (S) e o dos micronutrientes, Boro (B), Cobre (Cu), Ferro (Fe), Manganês (Mn), Zinco (Zn), Molibdênio (Mo), Cobalto (Co) e Níquel (Ni) (KIRKBY E ROMHELD, 2007).

As principais reações bioquímicas em plantas e microrganismos envolvem a presença de N, pois ele é constituinte de vários compostos, como proteínas, ácidos nucleicos, aminoácidos e clorofila (CANTARELLA, 2007). Embora o metabolismo do N na planta, em função do crescimento e produção de grãos seja complexo, é possível resumir em duas funções básicas, como: (I) manutenção da capacidade fotossintética em particular pela participação do N na molécula de clorofila, e (II), pelo estímulo ao crescimento e desenvolvimento de drenos reprodutivos, participando na formação de reguladores de crescimento, (fenóis e

fitoalexinas) e síntese proteica (CZICZA, 2007).

Na planta, cerca de 90% do N encontra-se na sua forma orgânica e é assim que desenvolve suas funções, como componente estrutural de macromoléculas e constituinte de enzimas, dando origem a outros aminoácidos, proteínas e conseqüentemente a coenzimas que são precursores de importantes hormônios vegetais (FAQUIN, 2005).

Segundo Embrapa (2001), o nitrogênio é o elemento mineral requerido em maior quantidade pela cultura da soja. Para produção de uma tonelada de grão de soja, são necessárias em média 80 Kg ha⁻¹ de N, sendo que, destes aproximadamente 50 Kg ha⁻¹ são alocados nos grãos e 30 Kg ha⁻¹ ficam nos restos culturais (HUNGRIA et al., 2001). Segundo Lamond e Wesley (2001), em sistemas de produção de soja utilizando alta tecnologia, que buscam altas produtividades, a necessidade de N requeridas pela cultura, são em torno de 300 kg ha⁻¹.

O processo de absorção do N pelas plantas ocorre nas formas de amônio (NH₄) e/ou nitrato (NO⁻³), sendo esta última a forma preferencialmente absorvida pela maioria das Culturas (CRAWFOR E GLASS, 1995). Quando à ausência de N, a síntese proteica é afetada e conseqüentemente o seu crescimento. O amarelecimento ou clorose das folhas mais velhas pode ser visualizado como sintoma de deficiência, em decorrência da inibição da síntese de clorofila (MENDES, 2007).

O Potássio (K) é o segundo elemento com maior exigência nutricional pela cultura da soja. Para produção de uma tonelada ha⁻¹ de grão de soja, são necessários em média 38 Kg ha⁻¹ de K, sendo que, destes aproximadamente 20 Kg ha⁻¹ são exportados da lavoura pelos grãos (OLIVEIRA et al., 2013).

O K tem inúmeras funções nas plantas, relacionadas à ativação de vários sistemas enzimáticos, atuando na síntese de proteínas, de carboidratos e da adenosina trifosfato (ATP) (ERNANI et al., 2007). Ele é responsável pela regulação osmótica, ou seja, manutenção de água na planta por meio do controle do processo de abertura e fechamento estomático, sendo fundamental para a fotossíntese e respiração das plantas (DECHEN E NACHTIGALL, 2007). Segundo Mocellin (2004), o fornecimento adequado de K promove um aumento no espessamento dos tecidos das plantas, ocasionando uma maior resistência ao acamamento, às doenças e à

seca, diminuindo com isso a perda excessiva de água.

De acordo com Mendes (2007) o K junto com o Ca e Mg participa na função de manutenção do equilíbrio iônico com os ânions. O K estabiliza o pH intracelular, deixando o mesmo na faixa de 7-8, que é a faixa ótima para a maioria das reações enzimáticas. Segundo Faquin (2005), a principal função bioquímica do K é ativação enzimática, onde mais de 50 enzimas são dependentes do K para sua atividade normal, citando-se as sintetases, oxiredutases, desidrogenases, transferases e quinases.

O fósforo (P) é frequentemente o elemento mais crítico para as culturas, limitando a produção em cerca de 30% a 40% das terras agricultáveis no mundo. (EPSTEIN E BLOOM, 2006). É essencial para a divisão celular, reprodução e metabolismo vegetal, desempenhando funções em diversos processos metabólicos, incluindo o armazenamento e transporte de energia (NADPH e ATP), fotossíntese, respiração, síntese de ácidos nucleicos (DNA e RNA) e substâncias orgânicas (ANGHINONI E BISSANI, 2004; VANCE et al; 2003). O P é indispensável no desenvolvimento das raízes, na formação de perfilhos e panícula nos cereais e de vagens nas leguminosas e também ajuda no processo de maturação (FAGERIA et al., 1999).

Devido à intensidade dos processos metabólicos nos tecidos jovens das plantas, o P é encontrado em maiores concentrações nestes tecidos do que em tecidos mais velhos. É um nutriente muito móvel nas plantas, podendo ser deslocado de tecidos (ou partes) mais velhos para tecidos (ou partes) mais jovens (ANGHINONI E BISSANI, 2004). Segundo dados da Embrapa (2006), para produção de uma tonelada de grão de soja, são necessários que sejam absorvidos 15,4 Kg ha¹ de P₂O₅.

O Cálcio (Ca) contribui de diversas formas, sendo através da formação de ligações intermoleculares nas paredes celulares e membranas, contribuindo para a estabilidade estrutural e o movimento intercelular de vários metabólitos ou como catalisador de várias enzimas. Níveis adequados de Ca ajudam a planta a evitar estresse decorrente da presença de metais pesados e/ou salinidade (MENDES, 2007). O elemento é fundamental para a absorção iônica, particularmente pela correção do efeito desfavorável da concentração hidrogeniônica excessiva,

favorecendo o crescimento radicular das plantas. Também é indispensável para a germinação do grão de pólen e para o crescimento do tubo polínico (FERNANDES, 2006).

O Magnésio (Mg) possui várias funções nas plantas, influenciando nos processos metabólicos e nas reações, sendo: fotofosforilação, como a formação de ATP nos cloroplastos; fixação fotossintética do dióxido de carbono (CO_2); síntese protéica; formação de clorofila; carregamento do floema; separação e utilização de fotoassimilados; geração de espécies reativas de oxigênio e foto-oxidação nos tecidos foliares, afetando o crescimento da planta e conseqüentemente na sua produção (CAKMAK E YAZICI, 2010).

Fernandes (2006), afirma que o Mg é importante na formação de clorofila; funciona como um ativador enzimático ao metabolismo energético; é um elemento carregador do P, contribuindo para a sua entrada na planta; fundamental nos processos da fotossíntese, reações de enzimas, absorção iônica e trabalho mecânico (aprofundamento e expansão das raízes).

O enxofre (S) é um elemento essencial para os seres vivos. Ele exerce funções na constituição de aminoácidos como a cisteína, a cistina e metionina, que fazem parte das proteínas. Segundo Vitti et al. (2006), 90% do enxofre encontrado nas plantas estão como constituinte das proteínas. É um nutriente chave para as culturas, pois é exigido para a formação de aminoácidos e de proteínas e para a resistência ao frio e nodulação, é importante na fixação de nitrogênio do ar em leguminosas (DIAS, 2012).

Segundo Sengik (2003), o elemento é essencial para a formação de aminoácidos e de proteínas, para a fotossíntese e promove resistência à planta ao frio, bem como exerce importância para a nodulação e desenvolvimento radicular. Suas concentrações podem variar de 0,2 até mais de 1,0 % na planta e é absorvido pelas raízes na forma de SO_4^{4-} , mas pode ser absorvido via foliar na forma de gás sulfúrico (SO_2).

A cisteína e a metionina, estão presentes em todas as proteínas e são os mais importantes aminoácidos contendo S. Estão diretamente ligados a formação da ligação dissulfeto (S-S), que atuam na estabilidade da estrutura terciária das proteínas, contribuindo para a conformação correta da proteína enzimática

cataliticamente ativa. Outro papel fundamental do enxofre é sua participação direta no grupo sulfidrílico (-SH), que é o grupo ativo das enzimas que tem ligação com o substrato, embora nem todos os grupos SH livres sejam ativos. (FANQUIN, 2005).

O boro (B) é um elemento fundamental para as plantas, pois é um regulador enzimático e atua nos processos de estrutura e funcionamento das membranas (entrada e saída de solutos), formação da parede celular, síntese e transporte de carboidratos, síntese de proteínas, fixação de N_2 , fotossíntese e crescimento, além de proporcionar resistência a doenças (FERNANDES, 2006). Os sintomas de deficiência de B é a morte do broto apical do ramo principal e a seguir dos ramos laterais (SENGIK, 2003).

Ainda o B está relacionado a inúmeros processos fisiológicos da planta, como transporte de açúcares, síntese e estrutura da parede celular, lignificação, respiração, integridade da membrana plasmática e nos metabolismos de RNA, AIA e ascorbato (TRAUTMANN, 2014). Segundo Lima (2003), o B é importante na germinação do grão de pólen e no crescimento do tubo polínico, logo, a sua deficiência pode acarretar um baixo pegamento de flores e uma má formação de grãos. O mesmo autor salienta que, a boa disponibilidade de B proporciona menores valores de esterilidade masculina e de chochamento dos grãos.

O cobre (Cu) é um elemento essencial para o crescimento das plantas, por desempenhar importante papel na nutrição mineral, na bioquímica e na fisiologia das plantas (MALAVOLTA, 1980). Atua como constituinte e cofator de enzimas, participando do metabolismo de proteínas, carboidratos e na fixação simbiótica de N_2 . Ele é um constituinte da oxidase do ácido ascórbico, da citocromo-oxidase e da plastocianina. Participa de enzimas de oxidoregulação, faz parte da enzima fenol-oxidase, que catalisa a oxidação de compostos fenólicos a cetonas durante a formação da lignina e da cutícula, além de influenciar na fixação do N_2 pelas leguminosas, sendo essencial no balanço de nutrientes que regulam a transpiração nas plantas (FERNANDES, 2006).

Sua deficiência inicialmente manifesta-se como clorose nas pontas e margens, encurvamento das folhas mais novas, permitindo que as nervuras fiquem mais salientes, devido a pouca mobilidade interna do Cu. Pode também interferir no metabolismo do Ferro, resultando no desenvolvimento de deficiências do mesmo

(MENDES, 2007).

O molibdênio (Mo) é absorvido pela planta principalmente na forma de molibdato (MoO_4^{2-}) e assim é transportado pelo xilema. Em sua maioria, as plantas necessitam de Mo em quantidades muito baixas (MARSCHENER, 1995). Na planta, o Mo participa como cofator integrante nas enzimas nitrogenase, redutase do nitrato e oxidase do sulfato, e está intensamente relacionado com o transporte de elétrons durante as reações bioquímicas das plantas (LANTMANN, 2002).

Segundo Taiz e Zeiger (2004), dentro do processo de fixação biológica de N, o Mo participa como um dos catalizadores da enzima nitrogenase, que é responsável pela transformação do N atmosférico em amônia. Participa ainda da estrutura das enzimas xantina oxidase-desidrogenase, que catalisam diversas reações bioquímicas nas plantas; pode interferir no crescimento e desenvolvimento das plantas, influenciando o metabolismo do nitrogênio (MARSCHENER, 1995).

O Manganês (Mn) atua como ativador de enzimas em concentrações entre 20 e 100 mg kg^{-1} de matéria seca de folhas e está envolvido em processos de oxidação e redução no sistema de transporte de elétrons. Sua falta causa efeito direto na respiração, podendo afetar a formação de vários metabólitos (MENDES, 2007).

O Mn é absorvido na forma de Mn^{2+} e suas funções bioquímicas lembram as do Mg^{2+} , que formam pontes entre o ATP e as enzimas transferidores de grupos (fosfoquinases e fosfotransferases). No ciclo de Krebs operam descarboxilases e desidrogenases ativadas por Mn^{2+} , embora em alguns casos o Mg^{2+} possa substituí-lo, mas muitas outras enzimas exigem o Mn. Junto com o cloro participa da quebra fotoquímica da água no fotossistema II, conhecido como reação de Hill (FAQUIN, 2005).

O zinco (Zn) atua como ativador enzimático nas plantas, sendo requerido para a síntese do triptofano, precursor da biossíntese do ácido indol acético (AIA), que é responsável pelo crescimento dos tecidos. Desempenha também função em rotas bioquímicas que garantem a formação de lipídeos, proteínas, contribuindo para a estrutura das membranas celulares (ROMUALDO, 2008), e segundo Mocellin (2004) está diretamente relacionado com o metabolismo do nitrogênio na planta.

Segundo Faquin (2005) o Zn ao lado do B, é o micronutriente que frequentemente promove deficiência nas culturas em regiões tropicais. Sua concentração ótima varia de 20 a 120 ppm na matéria seca das plantas. Deficiências de Zn são associadas com teores menores que 20 ppm e sua toxidez acima de 400 ppm.

O cobalto (Co) é um nutriente necessário para a síntese da cobamida (vitamina B12), que participa dos passos metabólicos para a formação da leghemoglobina, cuja afinidade com o oxigênio é elevada, e regula sua concentração nos nódulos e impede a inativação da enzima nitrogenase (FAVARIN E MARINI, 2000).

2.5 CONSTITUINTES DO GRÃO DE SOJA

A soja é um dos produtos agrícolas mais comercializados no mundo. Isso provavelmente se deve a suas diversas formas de consumo, que se estendem desde a alimentação (humana e animal) até a indústria farmacêutica e siderúrgica. Essa diversidade é possível porque as indústrias de processamento de soja produzem subprodutos (farelo e óleo) que se constituem em importante matéria-prima para diversos setores industriais (FREITAS et al., 2001).

A composição do grão da soja apresenta, em média, 40 % de proteínas, 20% de lipídeos (óleo), 5 % de minerais e 34 % de carboidratos (açúcares como glicose, frutose e sacarose, fibras e os oligossacarídeos como rafinose e estaquiose). O grão da soja não possui amido. O processamento do grão gera em média 77% de farelo, 20% de óleo e 3% de cascas. (EMBRAPA, 2009).

A soja é um grão muito versátil que dá origem a produtos e subprodutos muito usados pela agroindústria, indústria química e de alimentos. Na alimentação humana a soja entra na composição de vários produtos embutidos, em chocolates, temperos para saladas, entre outros produtos. Seu uso mais conhecido, no entanto, é como óleo refinado, obtido a partir do óleo bruto. Nesse processo, também é produzida a lecitina, um agente emulsificante (substância que faz a ligação entre a fase aquosa e oleosa dos produtos), muito usada na fabricação de salsichas, maioneses, achocolatados, entre outros produtos (RUCHS, 2010).

Segundo o mesmo autor, o óleo de soja é um dos subprodutos mais importantes dessa leguminosa, sua extração deixa outro subproduto, o farelo rico em elementos nutritivos, como proteínas, o que é um importante componente na formulação de rações para animais.

2.6 QUALIDADE DA SEMENTE

A semente pode ser considerada como o insumo agrícola de maior importância, representando a base do processo produtivo, uma vez que conduz ao campo as características genéticas determinantes do desempenho da cultivar e contribui decisivamente para o sucesso do estabelecimento do estande (MARCOS FILHO, 2005). O controle de qualidade de sementes de soja é de fundamental importância dentro do contexto das cadeias produtivas, pois ou o produtor adota regras claras desse controle ou provavelmente será eliminado desta atividade (COSTA et al., 2003).

Para uma semente apresentar qualidade deve possuir: pureza genética para expressar seu potencial; pureza física determinada pelo grau de contaminantes; qualidade fisiológica possuindo capacidade de gerar uma nova planta perfeita e vigorosa; boa sanidade ou qualidade sanitária, estando livre de patógenos potenciais causadores de doenças, que possam vir a afetar o rendimento (ABREU E BIAVA, 2005).

A qualidade da semente de soja, pode ser influenciada por diversos fatores, que ocorrem antes e durante a colheita e em todas as demais etapas da produção, como na secagem, no beneficiamento, no armazenamento e transporte. Tais fatores abrangem, entre outras as condições de umidade ambiente, facilitando o aparecimento de sementes com altos índices de deterioração por umidade (FRANÇA NETO et al, 2000).

A qualidade de sementes pode ser expressa pela interação de quatro componentes: genético, físico, sanitário e fisiológico (AMBROSANO et al., 1999). De acordo com VIEIRA et al. (1993), o componente fisiológico pode ser influenciado pelo ambiente em que as sementes se formam. Portanto, deve-se considerar a germinação e o vigor, procurando selecionar sementes com maior potencial

fisiológico, em função de tratos culturais aplicados, como adubação mineral (ANDRADE et al., 1999).

A degradação das membranas celulares é um dos primeiros passos da deterioração das sementes, e isto ocorre mais rapidamente nas malformadas ou oriundas de plantas em condições de deficiência. Assim, a nutrição mineral é fator preponderante na produção de sementes de alta qualidade, pois vários nutrientes desempenham importante papel na formação das membranas (SÁ, 1994).

Existem duas maneiras de se determinar a qualidade das sementes, por meio do seu poder germinativo e por aferição do vigor. O poder germinativo é expresso pela capacidade de germinação das sementes em condições adequadas. Por sua vez, o vigor indica a capacidade da planta em resistir a estresses ambientais e a sua capacidade de se manter viável durante o armazenamento (VIEIRA E RAVA, 2000). O crescimento e a busca por novas tecnologias para a melhoria na qualidade das sementes e conseqüentemente aumento de produção de soja, vem buscando suprir as necessidades de nutrientes nas etapas mais importantes da cultura, sendo uma opção a adubação foliar com macro e micronutrientes (SUZANA et al, 2012).

A adubação é um dos fatores que pode afetar o tamanho, a massa e o vigor das sementes. Em muitas situações, esses efeitos podem estar ligados à permeabilidade e integridade das membranas dos tecidos das sementes, uma vez que diversos nutrientes atuam como ativadores enzimáticos. A disponibilidade de nutrientes influi na formação do embrião e dos órgãos de reserva, assim como na composição química da semente e dessa forma, poderá, conseqüentemente, influenciar o vigor e a qualidade das sementes produzidas (SÁ, 1994).

3 QUALIDADE NUTRICIONAL DO GRÃO E COMPONENTES DE RENDIMENTO EM FUNÇÃO DA ÉPOCA DE APLICAÇÃO DE DIFERENTES ADUBOS FOLIARES NA CULTURA DA SOJA.

3.1 RESUMO

A adubação foliar na cultura da soja vem sendo muito difundida por empresas deste ramo, surgindo como uma opção viável de fornecimento suplementar de nutrientes, principalmente quando constatado deficiências nutricionais nas plantas. Visando dar maiores subsídios a técnicos e produtores, objetivou-se neste estudo, verificar o efeito da aplicação de diferentes adubos foliares sobre os componentes de rendimento e produtividade da soja. O experimento foi implantado em três locais, em delineamento experimental de blocos casualizados em esquema fatorial 9 x 2, com três repetições por tratamento. O primeiro fator foi constituído pelos tratamentos (T), referentes a aplicação dos diferentes fertilizantes foliares sendo: T1-Testemunha, T2-Produto A, T3-Produto B; T4-Produto C; T5-Produto D; T6 – Produto E; T7-Produto F, T8-Produto G e T9-Produto H. O segundo fator foi formado pelas duas épocas de aplicação dos produtos, uma em R2 (pleno florescimento) e a outra em R5 (enchimento de grão). Foram avaliadas as variáveis, teor de nutriente foliar, índices de clorofila, teor de proteína, teor de óleo no grão, altura de plantas e os componentes de rendimento: número de vagens por planta, número de grãos por vagem, número de grãos por planta, massa de 1000 sementes e produtividade. Também foi realizada a análise econômica, para verificar os benefícios econômicos do uso desta tecnologia. Os índices de clorofila, proteína e teor óleo não foram influenciados pela aplicação dos fertilizantes foliares. Apesar de ter ocorrido incremento nos teores foliares de alguns nutrientes devido à aplicação dos produtos, não foram observados resultados positivos em aumento na produtividade, possivelmente, porque os teores dos nutrientes no solo e a adubação de plantio foram suficientes para atender as exigências da cultura. Com relação aos componentes de rendimento, a única variável que apresentou resposta com o uso dos fertilizantes foliares foi a massa de mil sementes, no entanto, não foi o suficiente para influenciar na produtividade da cultura. Através da análise econômica em função das produtividades obtidas, verificou-se que alguns produtos apresentaram uma rentabilidade líquida acima de R\$ 120,00 ha⁻¹.

Palavras-chave: *Glycine max*, adubação foliar, componentes de rendimento.

3.2 ABSTRACT:

The foliar fertilization in soybean has been widespread for companies in this sector, emerging as a viable option for additional supply of nutrients. Especially when observed nutrient deficiencies in plants. In order to give more subsidies to technicians and producers, the aim of this study was to verify the effect of different foliar fertilizers about yield components and soybean yield. The experiment was deployed in three locations, in experimental delimitation of randomized block in factorial plan 9 x2, with three replicates per treatment. The first factor relates to the treatment (T) regarding the application of different foliar fertilizers are: T1-Attestant, T2- Product A, T3- Product B; T4- Product C; T5- Product D; T6 – Product E; T7- Product F, T8- Product G e T9- Product H. The second factor refers to the two times of application of the product, one in R2 (full bloom) and the other in R5 (grain filling). The variables were evaluated, foliar nutrient content, chlorophyll content, protein content, oil content in the grain, plant height and yield components: number of pods per plant, number of grains per pod, number of grains per plant, mass of 1000 seeds and productivity. Also in this study was realized the economic analysis to verify the economic benefits about the use of this technology. The chlorophyll, protein and oil content were not affected by the application of foliar fertilizers. Although there was an increase in foliar levels of some nutrients due to products application, it was observed that had no positive results in increased productivity, possibly because the levels of nutrients in the soil and the planting fertilization were sufficient to meet crop requirements. Regarding the yield components, the only variable response with the use of foliar fertilizers was the thousand seed mass, however, was not enough to influence the crop yield. Through economic analysis on the function of the obtained yields, it was found that some products showed a liquid profitability above 120,00 R\$ ha⁻¹.

Keywords: *Glycine max*, foliar fertilizer, yield components.

3.3 INTRODUÇÃO

A cultura da soja (*Glycine max* (L.) Merrill) é atualmente uma das mais difundidas do mundo, fato explicado pelo potencial que a mesma detém na geração de óleo, farelo e outras utilizações industriais que suprem muitas das necessidades nutricionais da população mundial, o que a torna uma cultura de grande importância econômica.

Tem sido constante a busca por rendimentos maiores nas lavouras de soja, na tentativa de conseguir aumento na produtividade e a consequente diminuição do custo relativo. Este fato tem motivado os produtores nas últimas safras a utilizarem fertilizantes foliares. A base para a aplicação foliar de fertilizantes está fundamentada na capacidade que a folha tem para absorver água e nutrientes, que posteriormente podem ser translocadas para outras partes da planta (CASTRO, 2009).

Os fertilizantes foliares são a principal inovação na área da nutrição mineral de plantas, sendo eles compostos por macro e micronutrientes na forma sólida, com alto poder de solubilidade ou na forma líquida. Tem como objetivo fornecer às plantas nutrientes de absorção rápida, servindo de complemento da adubação via solo, fornecendo os nutrientes quando a planta realmente necessita, evitando e corrigindo deficiências (MUSSKOPF E BIER, 2010).

Para o uso desta tecnologia, existem hoje no mercado, inúmeros produtos comerciais contendo macro e micronutrientes e a sua utilização tem aumentado nos últimos anos (STAUT, 2007). Porém conforme Embrapa Soja (2005), os resultados experimentais realizados pelas instituições de pesquisa têm mostrado grande variabilidade na resposta da soja à aplicação desses produtos. Dessa forma, para se obter sucesso com o uso desta técnica é fundamental saber quando utilizá-la, quais os nutrientes, épocas e doses a serem aplicadas (STAUT, 2006).

Entretanto, sabe-se pouco sobre as situações nas quais os fertilizantes foliares podem complementar os fertilizantes do solo visando o aumento da eficiência de uso do nutriente, da produtividade e do lucro (CARVALHO et al., 2001). Para isto, necessita-se ainda da realização de estudos científicos. Sabe-se de

antemão, que a aplicação de nutrientes via foliar incluem o baixo custo, a rapidez de resposta das plantas e otimização de uso dos nutrientes (OOSTERHUIS, 2001).

Neste contexto, este estudo objetivou verificar as possíveis influências de diferentes fertilizantes foliares aplicados em duas fases distintas, durante o período de florescimento e enchimento de grãos na cultura da soja. Buscou-se avaliar o rendimento de grãos, bem como a sua composição proteica e teor de óleo.

3.4 MATERIAL E MÉTODOS

3.4.1 Localização e caracterização das áreas experimentais

O presente trabalho de pesquisa foi dividido em três ensaios de campo, realizados em diferentes locais do estado do Paraná. Um na região Sudoeste, no município de Santa Isabel do Oeste e os outros dois na região Oeste do estado, sendo um no município de Capitão Leônidas Marques e o outro em Juvinópolis, distrito do município de Cascavel. Segundo a Classificação de Koppen, em Santa Isabel do Oeste predomina o clima Cfb e Cfa para Capitão Leônidas Marques e Juvinópolis (MAACK, 1968).

A condução experimental em campo, se deu na safra 2013/14 em lavouras de soja pertencentes a agricultores cooperados da Cooperativa Agroindustrial Coopavel. Foi realizada, previamente, a amostragem de todas as áreas, para caracterização química e física do solo de cada local, sendo coletadas amostras nas profundidades de 0-10, 10-20 e 20-40 cm. A época de semeadura foi realizada em conformidade com o zoneamento agrícola de cada cidade. A Tabela 1 apresenta as coordenadas de localização e a altitude da área dos experimentos, assim como as características físicas do solo de cada local.

Tabela 1. Localização geográfica e características físicas do solo⁽¹⁾ dos locais dos experimentos do estudo "Qualidade nutricional do grão e componentes de rendimento em função da época de aplicação de diferentes adubos foliares na cultura da soja". UTFPR, Pato Branco, 2015

Local (Paraná)	Latitude Sul	Longitude Oeste	Altitude (m)	Areia ----- % -----	Silte ----- % -----	Argila ----- % -----
Juvinópolis	25°18'00"	53°21'28"	707	18	22	60
Capitão L. Marquês	25°29'20"	53°37'15"	320	16	22	62
Santa Isabel	25°50'40"	53°28'31"	509	20	20	60

⁽¹⁾Efetuada no laboratório da Solanálise LTDA - Cascavel PR

O solo da microrregião onde estão inseridos os municípios que foram implantados os experimentos, é classificado como Latossolo Vermelho Distroférico, de textura argilosa (EMBRAPA, 2006). As lavouras escolhidas para instalação dos experimentos são conduzidas sob semeadura direta a mais de dez anos.

Nas Tabelas 2 e 3 são apresentadas as características químicas do solo para cada local.

Tabela 2. Caracterização química dos solos⁽¹⁾ (teores de macronutrientes, acidez potencial, saturação por bases e alumínio) dos locais onde foram implantados os experimentos do estudo “Qualidade nutricional do grão e componentes de rendimento em função da época de aplicação de diferentes adubos foliares na cultura da soja”. UTFPR, Pato Branco, 2015.

Local	Camada	P	S	H+Al ⁺	Al ³⁺	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	SB	T	V	Al
		---mg dm ⁻³ ---			----- cmol _c dm ⁻³ -----						----- % -----	
Juvinoópolis	0-10	10,91	6,38	5,76	0,00	0,55	7,39	2,71	10,65	16,41	64,90	0,00
	10-20	25,54	5,61	4,96	0,00	0,65	7,82	2,91	11,38	16,34	69,65	0,00
	20-40	3,97	7,70	7,20	0,14	0,39	5,03	2,02	7,44	14,64	50,82	0,14
Capitão	0-10	8,37	3,74	5,35	0,00	0,44	7,19	2,11	9,74	15,09	64,55	0,00
	10-20	4,28	5,06	4,96	0,00	0,25	7,02	2,11	9,38	14,34	65,41	0,00
	20-40	2,05	8,03	4,28	0,00	0,13	5,88	1,83	7,84	12,12	64,69	0,00
Santa Isabel	0-10	11,53	3,96	6,21	0,07	0,25	6,40	2,33	8,98	15,19	59,12	0,77
	10-20	5,70	4,29	5,76	0,07	0,18	4,54	1,98	6,70	12,16	53,77	1,03
	20-40	2,36	4,84	5,76	0,05	0,13	4,13	2,11	6,37	12,13	52,51	0,78

*H+Al: Acidez potencial (Tampão SMP); Al³⁺: Alumínio; Ca²⁺: Cálcio; Mg²⁺: Magnésio (Kcl); K⁺: Potássio; P: Fósforo (Mehlich 1); S: Enxofre – SO₄²⁻ (Fosfato de cálcio); SB: Soma de Bases; T: Capacidade de troca Catiônica; V: Saturação por bases; Al: Saturação por Alumínio.

⁽¹⁾Efetuada no laboratório da Solanálise LTDA - Cascavel PR

Tabela 3. Caracterização química dos solos⁽¹⁾ (teores de micronutrientes, pH do solo e matéria orgânica) dos locais onde foram implantados os experimentos do estudo “Qualidade nutricional do grão e componentes de rendimento em função da época de aplicação de diferentes adubos foliares na cultura da soja”. UTFPR, Pato Branco, 2015.

Local	Camada	pH CaCl ₂	M.O	Cu	Mn	Fe	Zn	B
		0,01 mol L ⁻¹	g dm ⁻³	----- mg dm ⁻³ -----				
Juvinoópolis	0-10	5,2	30,70	4,76	1,69	22,95	1,69	0,26
	10-20	5,4	38,44	4,29	2,38	46,71	2,38	0,31
	20-40	4,9	27,35	5,01	10,92	28,67	1,55	0,33
Capitão	0-10	5,30	33,02	10,86	4,06	22,65	4,06	0,31
	10-20	5,10	24,51	10,03	2,85	30,02	2,85	0,35
	20-40	5,10	12,64	10,58	1,27	29,44	1,27	0,16
Santa Isabel	0-10	4,80	37,41	5,31	15,42	54,56	3,51	0,24
	10-20	5,00	25,28	4,80	14,52	33,62	1,57	0,21
	20-40	5,00	22,70	4,81	0,99	38,40	0,99	0,45

*pH do Solo (Cloreto de Cálcio); M.O: Matéria Orgânica (Bicromato), Fe: Ferro, Mn: Manganês; Cu: Cobre; Zn: Zinco (Mehlich); B: Boro (HCl 0,05 N).

⁽¹⁾Efetuada no laboratório da Solanálise LTDA - Cascavel PR

3.4.2 Delineamento experimental

Os ensaios de campo foram implantados em delineamentos experimentais de blocos ao acaso, em esquema fatorial 9 x 2, com três repetições. O primeiro fator, com nove níveis, refere-se à aplicação de fertilizantes foliares, sendo uma testemunha (sem fertilizante foliar) e oito diferentes produtos comerciais (Produto A; Produto B; Produto C; Produto D; Produto E; Produto F, Produto G e

Produto H) que estão especificados na Tabela 4. O segundo fator com dois níveis, foi composto pelas duas épocas de aplicação dos produtos, uma em R2 (final de florescimento) e a outra em R5 (início de formação de grão). Os 18 tratamentos (9x2), foram compostos pela combinação dos nove níveis do fator fertilizantes foliares e pelas duas épocas de aplicação (fator época).

As 54 unidades experimentais (UE), (18 tratamentos x três repetições) foram constituídas de sete linhas de semeadura, com seis metros de comprimento e espaçamento de 0,45 m entre si, perfazendo uma área total de 18,9 m². As unidades de observação (UO) foram compostas pelas cinco linhas centrais, ou seja, foram eliminadas as duas linhas laterais, além de um metro em cada uma das extremidades das parcelas, totalizando uma área útil de 9,0 m².

3.4.3 Descrição dos fertilizantes foliares

Na Tabela 4, estão apresentados os fertilizantes foliares comerciais que fizeram parte dos experimentos e suas respectivas características técnicas.

Tabela 4. Descrição das características técnicas dos fertilizantes foliares utilizados no estudo "Qualidade nutricional do grão e componentes de rendimento em função da época de aplicação de diferentes adubos foliares na cultura da soja". UTFPR, Pato Branco, 2015.

Produto	Garantias (%)	Dose ha ⁻¹
A	N: 32	5,0 L
B	N: 33	5,0 L
C	N: 1,73; K ₂ O: 5; S: 2,1; B: 0,08; Fe: 0,49; Mn: 1,0; Zn: 2,43; Carbono Orgânico: 3,5	0,23 L
D	N: 8; P ₂ O ₅ : 5; K ₂ O: 1,0; Mg: 0,5; S: 1; Mn: 1,5; Mo: 0,01; Zn: 0,5 B: 0,5; *Aa: 3 (ácido glutâmico)	2,0 L
E	K ₂ O: 50, S:16	1,6 kg
F	P ₂ O ₅ : 40, K ₂ O: 50, *Aa	0,33 L
G	B: 2,5; Cu: 4; K ₂ O: 2,4; N: 4; P ₂ O ₅ : 7,5; *Aa	0,33
H	N 10%, S 11,4%	2,0 L

*Aa: Aminoácidos

3.4.4 Condução dos ensaios

Os ensaios foram implantados na safra agrícola de verão 2013/2014, em sistema de semeadura direta, sobre palhada de trigo. A semeadura realizada em Juvinópolis foi no dia 05/10/13, em Capitão Leônidas Marques no dia 20/10/13 e em Santa Isabel do Oeste no dia 28/10/13. Em todos os ensaios, utilizou-se sementes do mesmo lote da cultivar de soja BMX TURBO RR, que segundo o seu obtentor, possui crescimento indeterminado e ciclo precoce, em torno de 120 dias de maturação (BRASMAX, 2015). A densidade de semeadura utilizada foi de 26,5 sementes m⁻², seguindo-se a recomendação do obtentor. Na Tabela 5, apresenta-se a caracterização inicial do lote de sementes utilizado.

Tabela 5. Caracterização inicial do lote de sementes utilizado para implantação dos ensaios do estudo "Qualidade nutricional do grão e componentes de rendimento em função da época de aplicação de diferentes adubos foliares na cultura da soja". UTFPR, Pato Branco, 2015.

Pureza Física (%)	Percentagem de germinação (%)	Emergência a campo (%)	Peneira	Massa de mil sementes (g)
99	91	90	6,5	195

Como adubação de base, aplicou-se a dose de 300 Kg ha⁻¹ da fórmula comercial 02-20-20 (N-P₂O₅-K₂O) mistura de grânulos, para todos os tratamentos e ensaios. Para realização da semeadura foram utilizadas semeadoras-adubadoras tratorizadas com sete linhas, equipadas com mecanismos de distribuição de sementes com discos alveolados horizontais e mecanismos depositores de fertilizantes com sulcadores.

A aplicação dos fertilizantes foliares testados foi realizada de forma manual, com a utilização de um pulverizador costal propelido com CO₂, sendo as aplicações realizadas em duas épocas, uma em R2 (final de florescimento) e a outra em R5 (início de formação de grão). Os demais tratamentos culturais necessários durante a condução dos experimentos foram aplicados de forma mecanizada, utilizando-se pulverizadores tratorizados e estão apresentados na Tabela 6.

Tabela 6. Descrição dos tratos culturais realizados durante os ensaios do estudo “Qualidade nutricional do grão e componentes de rendimento em função da época de aplicação de diferentes adubos foliares na cultura da soja”. UTFPR, Pato Branco, 2015.

Local	Aplicações	Produto Comercial	Principio Ativo	Dose (Lha ⁻¹)	Data de aplicação	Finalidade de controle
Juvinoópolis	Herbicidas	Zapp®	Glifosato	2,0	28/10	Ervas
		Atabron®	Clorfluazurom	0,1	25/10	Lagartas
		Curyom®	Lufenurom/Profenafos	0,33	15/11	Lagartas
	Inseticidas	Connect®	Beta-ciflutrina e Imidaclorpid	0,8	10/12 e 10/01	Percevejos
		Belt®	Flubendiamida		10 e 29/12	Lagartas
		Talisman	Bifentrina/Carbosulfano	0,6	29/12	Percevejos
	Acaricidas	Oberon®	Espiromesifeno	0,3	29/12	Ácaros
		Bendazol®	Carbendazin	0,5	15/11	DFCs e oídio
	Fungicidas	Sphere Max®	Ciproconazol/trifloxistrobin	0,16	10/12	Ferrugem
	Capitão	Herbicidas	Zapp®	Glifosato	2,0	05 e 20/11
		Atabron®	Clorfluazurom	0,1	20/11	Lagartas
Inseticidas		Engeo Pleno®	Lambda-cialotrina e tiametoxan	0,8	20/12	Percevejos
		Belt®	Flubendiamida		20/12 e 10/01	Lagartas
		Talisman®	Bifentrina/Carbosulfano	0,6	10/01 e 25/01	Percevejos
Acaricidas		Oberon®	Espiromesifeno	0,25	20/12 e 10/01	Ácaros
		Bendazol	Carbendazin	0,5	20/11/13	DFCs e oídio
Fungicidas		Sphere max®	Ciproconazol/trifloxistrobin	0,16	20/12/13	Ferrugem
		Priori Xtra	Ciproconazol/Azoxystrobin	0,30	10/01/14	Ferrugem
Santa Isabel		Herbicidas	Zapp®	Glifosato	2	10/11 e 27/11
		Atabron®	Clorfluazurom	0,1	27/11	Lagartas
		Nomolt®	Teflubenzuron	0,12	27/12	Lagartas
	Inseticidas	Orthene®	Acephato	1,25	27/12	Percevejos
		Connect®	Beta-ciflutrina e Imidaclorpid	0,8	15/01 e 01/02	Percevejos
		Belt®	Flubendiamida	0,06	15/01	Lagartas
	Acaricidas	Oberon®	Espiromesifeno	0,3	15/01	Ácaros
		Bendazol®	Carbendazin	0,5	27/11	DFCs e oídio
	Fungicidas	Sphere Max®	Ciproconazol/trifloxistrobin	0,16	27/12 e 15/01	Ferrugem

Durante o período de condução dos ensaios, foram coletados os índices pluviométricos em cada local, para caracterização do regime pluviométrico. Na Figura 1 são apresentadas as médias quinzenais dos volumes pluviométricos dos três ensaios.

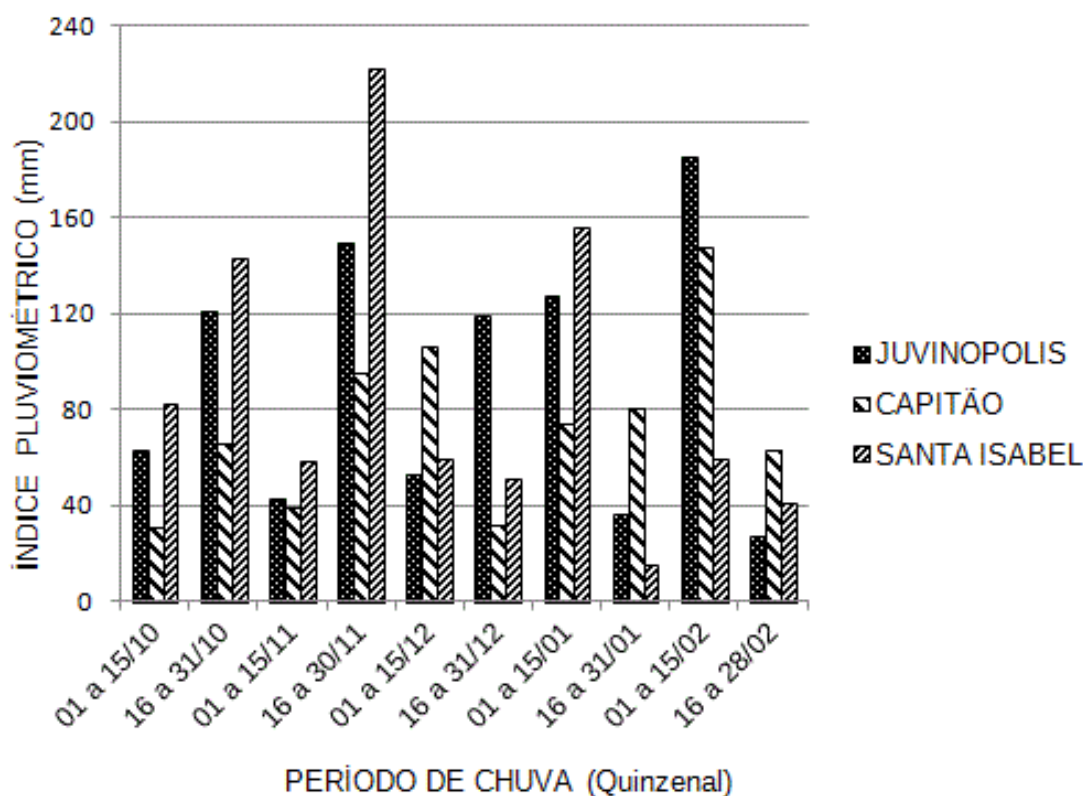


Figura 1. Médias quinzenais dos índices pluviométricos (mm) do período entre agosto de 2013 e fevereiro de 2014 de cada local, durante os experimentos do estudo “Qualidade nutricional do grão e componentes de rendimento em função da época de aplicação de diferentes adubos foliares na cultura da soja”. UTFPR, Pato Branco, 2015.

3.4.5 Avaliações

Em cada uma das 54 UE’s avaliou-se os seguintes caracteres:

- **Índice de clorofila (IC):** determinado 15 dias após a aplicação dos fertilizantes foliares em cada tratamento, com o uso de clorofilômetro da marca comercial ClorofiLOG® modelo CLF 1030, produzido pela Falker Automação Agrícola. Este aparelho possui diodos que emitem luz, que passa através da amostra da folha atingindo um receptor (fotodiodo de silício) que converte a luz transmitida em sinais elétricos analógicos, sendo esses convertidos em valores de

leituras proporcionais à absorvência das clorofilas a, b e total (a+b). Os resultados são expressos em unidades adimensionais, valores ICF (Índice de Clorofila Falker) (Falker, 2008). Para essas determinações, efetuou-se medições em três pontos por folha, em três folhas do terço médio por planta, sendo amostradas ao acaso três plantas por parcela. Os dados obtidos no aparelho foram transferidos para o programa Clorofilog[®] que forneceu as médias de cada UO;

- **Análises foliares**, para as determinações dos teores foliares de macro e micronutrientes, Ca e Mg, foram realizados três coletas de folhas. Uma no estágio fenológico R1, antes da primeira aplicação, para verificar os teores foliares antes da aplicação dos fertilizantes foliares. A segunda, realizada 15 dias após a primeira aplicação dos adubos foliares, sendo efetuada apenas na testemunha e nas parcelas que receberam os tratamentos de aplicação dos produtos na primeira época. E a terceira, realizada aos 15 dias após a segunda aplicação dos fertilizantes foliares, efetuadas nas parcelas que receberam a aplicação na segunda época e também na testemunha. Para realização desta coleta utilizou-se a metodologia proposta por Malavavolta et al. (1997), com algumas adaptações. Em cada UO foram coletadas 15 folhas, sendo retirado em cada planta amostrada, a 1^a folha trifoliada totalmente expandida a partir da ponta do ramo, sendo excluído o pecíolo. Este material foi levado para secagem em estufa a 60°C por 72 horas, com posterior moagem em moinho tipo Willey e posterior envio ao laboratório. Para a determinação dos teores de N, P, K, Ca e Mg, uma porção desse material vegetal moído, foi submetida à digestão sulfúrica, conforme metodologia descrita por Tedesco et al. (1995). Para leitura dos extratos, foi utilizado espectrofotômetro de absorção atômica para Ca e Mg, fotômetro de chama para K, colorímetro para P e destilador tipo Kjeldahl para N. Já na determinação dos teores de S e micronutrientes (Mg, Mn, Fe, Cu, Zn, B), uma porção do material moído foi submetida à digestão nítrico perclórica, conforme metodologia proposta pela AOAC (2005). A leitura dos extratos para a determinação dos teores foliares de Mn, Fe, Cu e Zn foi realizada por espectrofotômetro de absorção atômica (EAA) e colorímetro para determinação do teor de B e S. Tendo em vista os custos elevados para a realização das análises, a determinação do teor de enxofre e micronutrientes após a aplicação dos fertilizantes foliares, foi realizada apenas para o ensaio instalado em

Capitão Leônidas Marques;

- **Produtividade de grãos (Prod. kg ha⁻¹)**, determinada por meio da colheita e trilha de parte da UO, onde colheram-se todas as plantas de quatro linhas, com quatro metros de comprimento cada, totalizando uma área colhida de 7,2 m². Para calcular a produtividade após a trilha, o teor de água dos grãos foi ajustado para 13,0%, efetuando também os descontos das impurezas, sendo o resultado expresso em kg ha⁻¹. A determinação do teor de água das amostras foi realizada na unidade de recebimento de grãos da Cooperativa Coopavel no município de Capitão Leônidas Marques, por meio do equipamento universal. Utilizou-se uma amostra de 60 g, com uma escala de pressão de 575;

- **Massa de mil sementes (MMS, g)**, foi determinada no Laboratório de Sementes da UTFPR em Dois Vizinhos, em balança de precisão de 0,001g, fazendo-se a média da massa em gramas de oito subamostras de 100 sementes, realizando-se na sequência por regra de três, a extrapolação para 1.000 sementes. Após a trilha e pesagem do material colhido de cada amostra, retirou-se uma subamostra de 500 g que após acondicionadas em sacos de filó, foram secas por 72 H em estufa de circulação forçada e temperatura de 45°C. Fez-se isto para que o teor de água dos grãos das sub-amostras, entrasse em equilíbrio higroscópico com o ambiente à 13,0% e permitisse a correta interpretação dos resultados;

- **Número de vagens por planta (NVP)**, foram coletadas de forma aleatória 10 plantas dentro da UO, onde efetuou-se a contagem de todas as vagens de cada planta, fazendo-se após o cálculo da média;

- **Número de grãos por vagem (NGV)**, usando as mesmas 10 plantas da determinação de NV, estas foram separadas quanto ao número de grãos que possuíam. Após a contabilização do total de grãos, este número foi dividido pelo número de vagens total de cada uma das plantas e em sequência, a média para as 10 plantas amostradas;

- **Altura de plantas (AP)**, medida em centímetros do solo até o ápice das plantas, individualmente em 10 plantas escolhidas de forma aleatória na UO e após, apresentou-se o resultado na forma de média;

- **Teor de proteína Bruta (PB, %)**, determinado no Laboratório de Bromatologia da UTFPR em Dois Vizinhos. Após a devida homogeneização de cada

amostra colhida, retirou-se uma subamostra de 500 g de grãos, da qual após nova homogeneização, foi reduzida para 100 g. O teor de PB foi obtido em percentagem, a partir da matéria seca, determinando-se o nitrogênio, segundo o método de Weende (1984), citado por Silva (1990). Pesou-se a amostra do grão de soja moído em um tubo digestor (aproximadamente 0,1 grama) em balança analítica. Após a pesagem, foi encaminhado à capela de exaustão para ser acrescentado 5,0 mL da solução digestora, (formulada com sulfato de cobre, sulfato de sódio e ácido sulfúrico) e 1,0 mL de peróxido de hidrogênio. Em seguida, a amostra foi para o bloco digestor, que foi aquecido gradativamente até 350°C. Após a digestão, foi transformado em sal amoniacal e a solução dentro do tubo ficou com coloração verde-claro. Retirou-se os tubos do bloco, deixando-os esfriando dentro da capela até atingir a temperatura ambiente. Em um frasco erlenmeyer de 125,0 mL adicionou-se 10,0 mL de ácido bórico (H_3BO_3), que foi transferido para o conjunto de destilação deixando o terminal do condensador mergulhado na solução receptora (ácido bórico). Em seguida, adicionou-se 20,0 ml de água destilada nos tubos com as amostras digeridas. Os tubos foram transferidos para o destilador, sendo adicionado nestes, 20,0 mL da solução com hidróxido de sódio (NaOH 100%), mantendo uma temperatura de aproximadamente 60°C. Destilou-se a amostra até a total liberação da amônia, quando a solução de ácido bórico do erlenmeyer passou de rosa para verde e atingiu aproximadamente 40,0 mL. Removeu-se o destilado do conjunto de destilação, sendo titulado com a solução de ácido clorídrico 0,1 N até a viragem do indicador de verde para rosa, sendo anotado o volume de ácido usada na titulação. Para cálculo da proteína bruta usou-se a equação: $PB (\%) = ((V \times FC \times 6,25 \times 0,0014) / PA) \times 100$, em que PB é a percentagem de proteína bruta, V é o volume de HCl gasto na titulação, FC o fator de correção e PA o peso da amostra seca;

- **Teor de óleo ou estrato etéreo do grão (EE, %)**, determinado no Laboratório de Bromatologia da UTFPR em Dois Vizinhos. O procedimento para a retirada da amostra de trabalho foi o mesmo descrito para PB. Realizado, conforme metodologia proposta pela AOAC (1980), citada em Silva e Queiroz (2002). A extração de óleo foi realizada com o uso do aparelho denominado de extrator de ANKONXT15, que é projetado para extrair gordura bruta utilizando solventes

convencionais e éter de petróleo. A análise foi realizada por medição da perda de massa, devido à extração do óleo a partir da amostra de grão de soja moída e encapsulada numa bolsa de filtro com porosidade suficiente para permitir a passagem rápida do solvente composto de material polimérico, que é resistente às altas temperaturas e aos solventes utilizados no instrumento. Para o cálculo do teor de óleo foi utilizada a seguinte equação: % de gordura bruta = $((100 \times (W2-W3)) / W1)$, onde, W1 é o peso original da amostra, W2 o peso da amostra pré-seca e o saco de filtro, e W3 o peso da amostra seca e o saco de filtro após a extração do óleo;

- **Análise Econômica:** para realização da análise econômica foi utilizada a técnica de orçamentação parcial, proposta por Noronha (1987). A orçamentação parcial é utilizada para analisar decisões que envolvem modificações parciais na organização de uma atividade produtiva. Procura-se comparar os acréscimos de custos com os benefícios da decisão, sendo a melhor alternativa, aquela que oferecer maiores benefícios líquidos ou margens de ganhos maiores. Foram determinados para cada tratamento as receitas e os custos adicionais com a aplicação dos respectivos fertilizantes foliares, sendo computado apenas o valor dos produtos, não considerando-se custos com a operação de aplicação do fertilizante foliar, pois estes quando utilizados pelos agricultores, sempre estão acompanhados por outras práticas culturais como a aplicação de inseticidas e fungicidas.

Assim, com base na produtividade média de grãos para cada tratamento, calculou-se o acréscimo de produtividade proporcionado pela fertilização foliar efetuada em cada um dos tratamentos, em relação a testemunha (sem aplicação de fertilizantes foliares). O valor de produção em cada tratamento foi obtido multiplicando-se o acréscimo na produtividade pelo preço recebido pelos produtores de soja na região, que no início do mês de março de 2014, foi de R\$ 61,00 a saca. A margem de ganho foi obtida pela subtração do custo de aplicação do fertilizante foliar, do valor do acréscimo de produção de cada tratamento.

3.4.6 Análise dos dados

Após a tabulação os dados do estudo foram submetidos à análise de variância conjunta e as médias entre os tratamentos foram comparadas pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade, sendo utilizado para fazer estas análises o programa estatístico Genes (CRUZ, 2006). Foram testados os pressupostos do modelo matemático, sendo que os caracteres expressos em percentagem de um número, foram transformados em arco seno antes das análises. As médias apresentadas nas tabelas são derivadas dos dados originais.

3.5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.5.1 Índice de clorofila

Na Tabela 7, é apresentado o resumo da análise de variância conjunta para os índices de clorofila A (CLA), clorofila B (CLB) e clorofila A + B ou total (CLT). Observou-se que não houve interação significativa entre época e produto. Já para local e época de aplicação houve interação significativa para essas três variáveis, dessa forma, a seguir será realizado o desdobramento das épocas dentro de cada local. No entanto, como o trabalho não tem por objetivo fazer a comparação entre os locais, eles serão apresentados mas não comparados estatisticamente entre si. Ainda, verificou-se que não houve efeito significativo entre os fertilizantes foliares aplicados na cultura da soja, ou seja, não houve resposta quanto ao índice de clorofila para a aplicação de fertilizantes foliares.

Tabela 7. Resumo da análise de variância conjunta para os índices de clorofila A (CLA), clorofila B (CLB) e clorofila total (CLT), incluindo fonte de variação (FV) graus de liberdade (GL) e quadrado médio (QM), da cultura da soja submetida a aplicação de diferentes fertilizantes foliares em duas épocas de aplicação na fase reprodutiva. UTFPR, Pato Branco, 2015.

FV	GL	QM		
		CLA	CLB	CLT
Bloco x local	6	11,35 **	0,87 ^{ns}	14,80 *
Local (L)	2	19,12 **	0,81 ^{ns}	22,29 *
Época (E)	1	65,17 **	10,01 **	126,26 **
Produto (P)	8	2,41 ^{ns}	0,79 ^{ns}	2,74 ^{ns}
LxE	2	20,87 **	19,78 **	40,89 **
LxP	16	2,09 ^{ns}	1,45 ^{ns}	4,21 ^{ns}
ExP	8	1,52 ^{ns}	1,65 ^{ns}	3,65 ^{ns}
LXEXP	16	1,81 ^{ns}	0,58 ^{ns}	3,16 ^{ns}
Resíduo	102	2,81	1,05	5,44
Média	-	48,31	12,07	60,39
CV (%)	-	3,5	8,5	3,8

*Significativo pelo teste F ($P < 0,05$); ** Significativo pelo teste F ($P < 0,01$); ^{ns} não significativo

Nas Tabelas 8 e 9, são apresentados os valores relativos à comparação das médias para CLA, CLB e CLT, dos fertilizantes foliares e épocas de aplicação para cada local estudado.

Tabela 8. Comparação das médias para os três locais dos índices de Clorofila A (CLA) e clorofila (CLB), da cultura da soja submetida à aplicação de diferentes fertilizantes foliares em duas épocas de aplicação na fase reprodutiva. UTFPR, Pato Branco, 2015.

Produto	CLA				CLB			
	Juvinópolis	Capitão	Santa Isabel	Média	Juvinópolis	Capitão	Sta Isabel	Média
Testemunha	48,0	62,2	47,4	52,5	11,9	12,7	11,4	12,0
A	47,9	59,9	47,8	51,9	11,6	11,8	12,9	12,1
B	48,7	60,9	47,7	52,4	12,1	12,1	12,0	12,1
C	50,1	60,4	47,7	52,7	12,5	11,5	11,9	12,0
D	47,6	60,6	47,5	51,9	12,5	11,7	12,0	12,1
E	47,4	60,8	47,9	52,0	12,5	12,6	12,1	12,4
F	47,8	61,6	47,6	52,3	13,0	12,2	11,4	12,2
G	49,4	61,5	47,7	52,9	12,3	12,0	12,5	12,3
H	48,8	60,0	47,7	52,2	11,6	11,7	11,6	11,6
Época								
1 ^a	48,3 a	62,5 a	48,9 a	53,3 a	12,2 a	13,0 a	11,8 a	12,6 a
2 ^a	48,4 a	59,2 b	46,5 b	51,3 b	12,2 a	11,1 b	12,2 a	11,7 b
Média	48,4	60,9	47,7	52,3	12,2	12,05	12	12,0
Cv (%)	3,4				8,5			

Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna não diferem estatisticamente pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade.

Tabela 9. Comparação das médias para os três locais para o índice de clorofila total (CLT), da cultura da soja submetida a aplicação de diferentes fertilizantes foliares em duas épocas de aplicação na fase reprodutiva. UTFPR, Campus Pato Branco, 2015.

Produto	Juvinópolis	Capitão	Sta Isabel	Média
Testemunha	59,9	62,2	58,8	60,3
A	59,5	59,9	60,7	60,0
B	60,9	60,9	59,7	60,5
C	62,6	60,4	59,6	60,9
D	60,2	60,6	59,6	60,1
E	59,9	60,8	60,0	60,2
F	60,8	61,6	59,0	60,5
G	61,6	61,5	60,1	61,1
H	60,4	60,0	59,4	59,9
Época				
1 ^a	60,6 a	62,5 a	60,7 a	61,3 a
2 ^a	60,7 a	59,2 b	58,6 b	59,7 b
Média	60,6	60,9	59,7	60,4
Cv (%)	3,8			

Médias seguidas da mesma letra, minúscula na coluna não diferem estatisticamente pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade.

Nota-se, que para Juvinópolis não houve diferença entre as duas épocas. Já para os locais Capitão e Santa Isabel pode-se observar, que as médias dos índices de clorofila na primeira época foi superior ao da segunda época de aplicação. Este comportamento pode ser explicado devido ao fato das folhas de soja

em R2 serem mais novas do que no estágio de R5 e apresentarem uma maior capacidade fotossintética do que as folhas mais velhas, expressando assim, uma maior quantidade de clorofila. Resultados semelhantes foram encontrados por Smeal e Zhang (1994), para a cultura do trigo, onde observou-se que os teores de clorofila foram diminuindo nas folhas mais velhas, ficando as leituras com clorofilômetro menores com o decorrer dos dias após a emergência.

A fotossíntese é um processo dependente de uma série de fatores para sua maior eficiência, sendo que estes fatores podem ser agrupados em fatores externos, como luz, temperatura, água, gás carbônico, nutrientes, latitude, produtos químicos e oxigênio. Além destes, existem ainda fatores internos, como a idade das folhas, índice de área foliar, conteúdo de clorofila, estrutura e arquitetura das folhas (FLOSS, 2004). Ficando evidente que a idade da folha tem influência significativa na capacidade fotossintética da planta e conseqüentemente no índice de clorofila da folha.

Segundo Hopkins (1999) a clorofila é o principal pigmento responsável pela captação da energia luminosa utilizada no processo de fotossíntese. Constitui um dos principais fatores relacionados à eficiência fotossintética de plantas e conseqüentemente ao crescimento, desenvolvimento e produtividade das culturas (ENGEL E POGGIANI, 1991).

Como a senescência foliar é uma das causas da diminuição da taxa fotossintética, é de grande interesse da comunidade científica que estuda a fisiologia da produção de vegetais, práticas de manejos que mantenham por um maior período a área foliar das plantas, ou seja, que preservem a sua clorofila por mais tempo. A fertilização foliar é uma prática que visa à reposição dos nutrientes via foliar, podendo manter a taxa fotossintética das plantas por um maior tempo (REZENDE, et. al, 2005). Porém, neste trabalho não foi verificado aumento nos índices de clorofila com a aplicação dos diferentes fertilizantes foliares. Segundo Ferguson e Slater (2006), em trabalho realizado na universidade de Nebraska - EUA, verificou que também não houve resposta da aplicação de fertilizantes foliares em V4 e em R3 nos teores de clorofila da folha de soja.

3.5.2 Teores de nutrientes foliares

Na Tabela 10, estão apresentados os teores foliares de macronutrientes e micronutrientes da cultura da soja no estágio R1, antes da aplicação dos fertilizantes foliares. Ao serem comparados esses valores com os teores propostos pela Embrapa (2006), verifica-se que tanto os teores de macronutrientes como os de micronutrientes estão dentro da faixa de suficiência exigida pela cultura da soja, com exceção do K que está abaixo do nível de suficiência, que é de 17 a 25 g Kg⁻¹. Ao serem analisados os teores desses nutrientes no solo (Tabela 2 e 3), nota-se que os valores estão adequados para o desenvolvimento da cultura, com exceção do Boro, que apresentou níveis baixos para dois locais (Juvinoópolis e Santa Isabel). Da mesma forma, o teor de Potássio para o local Santa Isabel também demonstrou estar abaixo do nível médio. Desta forma, pode-se inferir que a fertilidade do solo e a adubação de plantio foram eficientes para suprir a maior parte dos nutrientes nos níveis de exigência da cultura, pois os teores foliares de nutrientes estão adequados.

Tabela 10. Teores foliares dos Macronutrientes (g Kg⁻¹ de massa seca), Nitrogênio (N), Fósforo (P), Potássio (K), Cálcio (Ca), Magnésio (Mg) e dos micronutrientes (mg Kg⁻¹), Fe (Ferro), Manganês (Mn), Cobre (Cu), Zinco (Zn) e Boro (B), da cultura da soja no estágio R1 antes da aplicação dos fertilizantes foliares. UTFPR, Pato Branco, 2015.

Local	Teor foliar de Macronutrientes (g Kg ⁻¹)						Teor foliar de micronutrientes (mg Kg ⁻¹)				
	N	P	K	Ca	Mg	S	Fe	Mn	Cu	Zn	B
Juvinoópolis	51,8	4,0	13,6	5,3	2,8	2,4	200,0	45,0	9,0	30,0	32,0
Capitão	50,0	3,8	12,7	9,5	2,6	2,4	145,0	90,0	9,0	47,0	50,0
Santa Isabel	52,4	3,9	14,1	7,5	2,6	2,2	132,0	76,0	10,0	42,0	60,0

Na Tabela 11, é apresentado o resumo da análise de variância conjunta para os teores foliares de nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca) e magnésio (Mg). Verifica-se que houve interação significativa entre época, produtos comerciais (fertilizantes foliares) e local para esses nutrientes. Porém, como o trabalho não tem por objetivo fazer a comparação estatística entre os locais, realizou-se para cada nutriente o desdobramento de época e produto para cada local.

Tabela 11. Resumo da análise de variância conjunta para os teores foliares de nitrogênio (N, g Kg⁻¹ de massa seca), fósforo (P, g Kg⁻¹ de massa seca), potássio (K, g Kg⁻¹ de massa seca), cálcio (Ca, g kg⁻¹ de massa seca), magnésio (Mg, g Kg⁻¹ de massa seca), incluindo fonte de variação (FV), graus de liberdade (GL) e quadrado médio (QM), da cultura da soja submetida a aplicação de diferentes fertilizantes foliares em duas épocas de aplicação na fase reprodutiva. UTFPR, Pato Branco, 2015.

FV	GL	QM				
		N	P	K	Ca	Mg
BlocoxLocal	6	4,72 ^{ns}	0,19 [*]	4,47 ^{ns}	3,06 [*]	0,13 [*]
Local (L)	2	123,32 ^{**}	0,08 ^{ns}	41,45 ^{**}	86,83 ^{**}	3,22 ^{**}
Época (E)	1	5920,05 ^{**}	6,54 ^{**}	418,31 ^{**}	283,93 ^{**}	59,23 ^{**}
Produto (P)	8	107,66 ^{**}	0,11 ^{ns}	15,93 ^{**}	4,45 ^{**}	0,02 ^{ns}
L x E	2	41,60 ^{**}	4,41 ^{**}	24,49 ^{**}	47,62 ^{**}	1,64 ^{**}
L x P	16	51,75 ^{**}	0,20 ^{**}	5,81 [*]	1,60 ^{ns}	0,07 ^{ns}
E x P	8	36,93 ^{**}	0,15 [*]	6,93 [*]	6,22 ^{**}	0,14 [*]
L x E x P	16	32,89 ^{**}	0,20 ^{**}	7,47 ^{**}	6,29 ^{**}	0,12 [*]
Resíduo	102	6,11	0,07	2,75	1,15	0,05
Média		45,48	3,90	12,41	6,11	1,40
CV (%)		5,4	6,8	13,4	17,6	17,1

*Significativo pelo teste F (P<0,05); ** Significativo pelo teste F (P<0,01); ^{ns} não significativo

Na Tabela 12 são apresentados os resultados relativos à comparação das médias dos teores de N foliar para cada um dos locais de forma individual. Para Juvinópolis, observa-se que na primeira época de aplicação (R2), todos os tratamentos que receberão a aplicação de fertilizantes foliares apresentaram um maior teor de N na folha quando comparado com a testemunha, sendo que, o os tratamentos que receberam a aplicação do produto E apresentaram um menor teor desse nutriente na folha, quando comparado aos tratamentos que receberam a aplicação dos produtos B, C e F. Isto, pode ser explicado pelo fato deste produto não apresentar nitrogênio na formulação. Já na segunda época de aplicação (R5), foi verificado diferença entre os fertilizantes foliares, porém quando comparou-se com a testemunha, nenhum produto se destacou com incremento de teor de N na folha. Sendo assim, não houve resposta significativa devido ao uso dos fertilizantes foliares testados. Os produtos C e H apresentaram as menores médias para teor de N na folha nesta época. Ainda, para este local nota-se, que de modo geral, houve diferença significativa entre o teor de N entre as duas épocas, para praticamente todos os produtos testados, sendo, o teor na primeira época sempre foi superior ao da segunda, com exceção da testemunha que não apresentou diferença significativa entre as épocas.

Tabela 12. Médias para cada local dos teores foliares de nitrogênio (N, g Kg⁻¹), da cultura da soja submetida a aplicação de diferentes fertilizantes foliares em duas épocas de aplicação na fase reprodutiva. UTFPR, Pato Branco, 2015.

Produto	Teor de Nitrogênio (g kg ⁻¹)								
	Juvinoópolis			Capitão L. Marquês			Santa Isabel		
	Época		Média	Época		Média	Época		Média
	1 ^a	2 ^a		1 ^a	2 ^a		1 ^a	2 ^a	
Testemunha	46,7 Ac	40,2 Aabc	43,5	47,1 Ac	32,2 Be	39,6	44,7 Ad	35,7 Bbc	40,2
A	54,5 Aab	40,2 Babc	47,4	47,1 Ac	33,8 Be	40,4	43,5 Ad	37,7 Bb	40,6
B	56,6 Aa	40,2 Babc	48,4	54,5 Aa	40,0 Bd	47,3	51,8 Aabc	35,7 Bbc	43,8
C	56,0 Aa	36,9 Bc	46,5	51,8 Aab	46,1 Bb	48,9	48,3 Ac	33,4 Bc	40,8
D	52,6 Aab	42,9 Ba	47,8	53,6 Aab	52,4 Aa	53,0	55,3 Aa	39,3 Bab	47,3
E	50,9 Ab	42,9 Ba	46,9	47,4 Ac	42,0 Bcd	44,7	50,9 Abc	42,0 Ba	46,5
F	52,7 Aab	41,1 Bab	46,9	50,0 Abc	31,3 Be	40,7	54,8 Aa	39,3 Bab	47,1
G	55,4 Aa	38,4 Bbc	46,9	55,4 Aa	47,4 Bb	51,4	53,6 Aab	35,7 Bbc	44,7
H	53,3 Aab	36,6 Bc	44,9	53,6 Aab	44,7 Bbc	49,1	49,1 Ac	36,6 Bbc	42,9
Média	53,2	39,9	46,6	51,2	41,1	46,1	50,2	37,3	43,8
CV (%)	5,4								

Médias seguidas da mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem estatisticamente pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade.

Em Capitão Leônidas Marques, na primeira época houve diferença significativa entre os produtos utilizados, onde verificou-se que os produtos B, G, C, D e H, apresentaram teores de N superiores aos da testemunha. Na segunda época, também houve diferença entre os fertilizantes foliares testados, sendo que o produto D apresentou o melhor desempenho, seguido pelos produtos C e G. Já na comparação entre as épocas de aplicação para cada produto, houve redução nos teores foliares na segunda época, para praticamente todos os fertilizantes foliares, com exceção do produto D, que não apresentou diferença significativa entre as épocas.

Para Santa Isabel, houve diferença significativa entre os produtos testados, na primeira e segunda época. Na primeira época, praticamente todos os fertilizantes foliares apresentaram maior teor de N na folha em relação a testemunha, com exceção do produto A, que não se diferiu desta. Teoricamente, esperava-se que este produto deveria ter se diferido da testemunha quanto ao teor de N, pois ele é composto por 32% de Nitrogênio. Já os fertilizantes foliares D, F e G apresentaram os maiores teores desse nutriente. Comparando-se as duas épocas para cada produto, em todos os tratamentos, inclusive a testemunha, tiveram redução no teor de N na folha na segunda época de aplicação.

Pode-se verificar que a aplicação dos fertilizantes foliares na primeira época nos três locais, apresentou maiores valores de N foliar quando se compara à

segunda época. Ficando evidente assim, que as aplicações foliares em estádios mais avançados da cultura, apresentam uma menor eficiência, pois folhas de soja mais velhas, possivelmente apresentam uma menor absorção de nutrientes. Vale salientar, que na fase de enchimento de grãos da cultura ocorre intensa translocação de nutrientes da folha para os grãos, isso fica evidente, ao serem observados os teores de nutrientes entre as duas épocas para a testemunha. Pois na segunda época apresentou teores bastantes inferiores comparados ao da primeira época.

Segundo Carvalho e Nakagama (2000), a exigência nutricional das culturas torna-se mais intensa com o início da fase reprodutiva, sendo mais crítica na época de formação das sementes, quando consideráveis quantidades de nutrientes são para elas translocadas. Esta maior exigência se deve ao fato de os nutrientes serem essenciais à formação e ao desenvolvimento de novos órgãos de reserva.

Comparando-se os fertilizantes foliares, de forma generalizada nos três locais, observa-se que na primeira época os produtos D, B e G apresentaram os maiores teores foliares de N na folha. Já na segunda época o produto D, se destacou apresentando os maiores teores de N. Porém, apesar de haver um incremento no teor de N com a aplicação destes produtos, ao se verificar o teor de N foliar no dia da primeira aplicação (pleno florescimento), $46,7 \text{ g Kg}^{-1}$ nota-se que está nas faixas adequadas segundo os níveis propostos por Embrapa (1996), de $40,1$ e 55 g Kg^{-1} , sendo desnecessária portanto, a aplicação de fertilizantes foliares.

Durante o seu desenvolvimento, a cultura da soja com alto potencial produtivo absorve mais de 350 kg ha^{-1} de nitrogênio (ZANCANARO, 2009). Parte do N requerido é fornecido via fixação simbiótica com bactérias do gênero *Bradyrhizobium* (NICOLÁS et al., 2006). Segundo Barberi et al. (2004), com o avanço das pesquisas em microbiologia do solo tornaram-se possíveis a obtenção de quase todo o N demandado pela cultura, com o uso de estirpes adequadas de rizóbios. O restante do nitrogênio absorvido pelas plantas de soja deve ser suprido pelo solo. No solo, a matéria orgânica é a principal fonte de N para as culturas, contendo em média 5% de N, constituindo um reservatório de nutrientes para as plantas (SCHLOTTER et al., 2003). Como comentado anteriormente o nível de N foliar

estava adequado, possivelmente devido à quantidade de N no solo, aliada à fixação biológica, suprimindo de forma adequada a quantidade de N exigida pela cultura.

Na última década a Embrapa realizou mais de 150 ensaios, onde os resultados demonstraram não haver evidências de que a cultura da soja responda à adubação nitrogenada, desde que as boas práticas de inoculação, compatibilidade com produtos químicos empregados para o tratamento de sementes e inoculação anual sejam observadas (HUNGRIA et al., 2006, 2007). Segundo Nogueira et al. (2013), resultados de vários ensaios demonstraram ainda, que a maior contribuição do processo biológico ocorre entre o florescimento e o final do enchimento de grãos, dispensando também a adubação tardia com N mineral nessa fase da cultura.

Entretanto, Zocca e Fancelli (2013) em trabalho realizado com aplicação foliar de duas diferentes fontes de nitrogênio (Coron 25 = N-metaldeído – 25% N e uréia comum – 45% N) na fase reprodutiva da soja, obtiveram aumento significativo do número de vagens planta⁻¹, culminando no aumento da produtividade da cultura. Segundo os autores esses resultados comprovam que a fixação biológica de nitrogênio pode não atender as exigências da cultura nos estádios finais de enchimento de grãos, justificando a adoção da tecnologia de fertilização foliar de N.

Na Tabela 13, são apresentados os resultados relativos à comparação das médias dos teores foliares de fósforo (P) para cada um dos locais de forma individual. Para o local Juvinópolis, observa-se que na primeira época de aplicação (R2), os fertilizantes foliares A, G e a testemunha não se diferiram estatisticamente entre si quanto ao teor de P na folha. Da mesma forma, apresentaram menores valores se comparados com os demais produtos. Já na segunda época de aplicação (R5) a testemunha e os tratamentos que receberam a aplicação dos produtos A, B e C não diferiram, sendo observado os maiores valores de P na folha para a testemunha e produto A. Ainda, para este local, nota-se que houve diferença significativa entre o teor de P entre as duas épocas, onde inclusive para a testemunha e todos os produtos utilizados na primeira época, verificou-se os maiores valores de P.

Tabela 13. Médias para cada local dos teores foliares de fósforo (P, g Kg⁻¹), da cultura da soja submetida a aplicação de diferentes fertilizantes foliares em duas épocas de aplicação na fase reprodutiva. UTFPR, Pato Branco, 2015.

Produto	Teor de Fósforo (g Kg ⁻¹)								
	Juvinópolis			Capitão L. Marquês			Santa Isabel		
	Época		Média	Época		Média	Época		Média
1 ^a	2 ^a	1 ^a		2 ^a	1 ^a		2 ^a		
Testemunha	3,9 Ac	3,8 Ba	3,8	3,7 Bcd	3,9 Aab	3,8	3,8 Abcd	3,7 Aab	3,8
A	4,1 Abc	3,6 Bab	3,8	3,9 Acd	3,9 Aab	3,9	3,7 Acd	3,6 Bb	3,7
B	4,5 Aa	3,4 Babc	4,0	3,4 Bd	3,8 Aab	3,6	4,2 Aabc	3,8 Bab	4,0
C	4,5 Aa	3,5 Babc	4,0	3,9 Bc	4,1 Aab	4,0	4,3 Aab	3,6 Bb	3,9
D	4,8 Aa	3,1 Bc	3,9	4,5 Aa	4,2 Ba	4,4	3,6 Bd	3,7 Aab	3,7
E	4,5 Aab	3,3 Bbc	3,9	4,0 Abc	4,0 Aab	4,0	4,0 Babcd	4,1 Aa	4,0
F	4,6 Aa	3,2 Bbc	3,9	3,8 Acd	3,7 Bb	3,8	3,9 Babcd	4,0 Aab	3,9
G	4,1 Abc	3,2 Bbc	3,6	4,4 Aab	4,0 Bab	4,2	4,3 Aa	3,8 Bab	4,1
H	4,5 Aa	3,1 Bbc	3,8	3,8 Bcd	3,9 Aab	3,9	3,9 Babcd	4,1 Aa	4,0
Média	4,4	3,3	3,9	3,9	3,9	3,9	4,0	3,8	3,9
Cv (%)	6,8								

Médias seguidas da mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem estatisticamente pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade.

Em capitão Leônidas Marques, verificou-se que na primeira época, houve diferença entre os fertilizantes foliares. Os produtos D e G foram superiores aos demais produtos e a testemunha quanto ao teor de P foliar. Na segunda época de aplicação, apenas os produtos F e D apresentaram diferença significativa entre si, não havendo diferença destes e os demais produtos em relação a testemunha. Sendo assim, não houve resposta para a aplicação de fertilizantes foliares para este local nesta época de aplicação. Na comparação entre as épocas de aplicação para cada produto, observou que para os fertilizantes foliares C, B, H e a testemunha, a segunda época apresentou maiores médias que a primeira época. Já para os produtos D, G e F a aplicação na primeira época apresentou teores foliares de P superiores aos da segunda época. Já para os produtos A e E, não ocorreram diferenças entre épocas de aplicação.

Nota-se nos dados obtidos do local Santa Isabel, que na primeira época foi verificado diferença entre os fertilizantes foliares testados, onde apenas o fertilizante foliar G foi superior à testemunha, quanto ao teor de P foliar. Já para a segunda época, nenhum produto apresentou teores foliares com diferenças significativas ao da testemunha. Desta forma, não houve resposta quanto ao teor de fósforo para a aplicação de fertilizantes foliares. Na comparação entre as épocas para cada um dos fertilizantes, observa-se que os teores de P para aplicação em R2

foi superior aos de R5 para os produtos A, B, C e G. Já para os produtos D, E, F e H os teores da primeira foi inferior ao da segunda época de aplicação.

Ao analisar os três locais em conjunto, de maneira geral verifica-se que na primeira época o produto A e a testemunha apresentaram médias de teor de fósforo inferior nos três locais, isto, pode ser explicado, pois este fertilizante foliar não apresenta P em sua formulação. Também, nota-se que houve diferença entre os foliares aplicados nesta época, porém, nenhum produto se destacou com o melhor desempenho nos três locais, ou seja, os fertilizantes foliares não repetiram o mesmo comportamento nos diferentes locais. Esse comportamento pode ter ocorrido devido ao fato do fósforo ser um nutriente muito móvel na planta, sendo assim a variação no teor desse nutriente nas folhas maduras, possivelmente não é um bom indicador da real quantidade de absorção do P fornecido pelos foliares (REZENDE et al., 2005). Já para aplicação em R5, pode-se concluir que não houve resposta para o uso de fertilizantes foliares nos três locais, pois a testemunha apresentou teores de P, que não se diferiram dos tratamentos que receberam a adubação foliar. Rezende et al. (2005), trabalhando com aplicação P foliar em diferentes estádios de desenvolvimento da cultura da soja, não observaram incremento no teor de P na folha.

Em experimento realizado na Alemanha por Schrotter et al. (2006), com o objetivo de avaliar os efeitos de fosfito, aplicado via foliar em plantas de milho, sendo este utilizado como única fonte de P e associado à fertilização fosfatada, os resultados demonstraram que logo após a aplicação foliar de fosfito, este composto pôde ser detectado em todas as partes das plantas de milho analisadas, o que prova a sua mobilidade via xilema e floema. No entanto, Carswell et al. (1996) e Schrotter et al. (2006), constataram que o fosfito influenciou negativamente no desenvolvimento das plantas, quando a aplicação foi realizada em condições de baixos níveis de P no solo, indicando que o fosfito não estava disponível para as plantas como uma fonte de fósforo.

Quanto à comparação entre as épocas de aplicação, para alguns produtos houve um comportamento diferente entre os locais. Porém, para a maioria dos produtos ocorreu uma redução no teor de P na segunda aplicação, com exceção dos produtos E e H que apresentaram esse comportamento apenas para

Juvinópolis. Ficando evidente assim, que a aplicação de fertilizantes foliares na cultura da soja em estádios de desenvolvimento mais avançados apresenta uma baixa eficiência, pois folhas velhas apresentam uma baixa capacidade de absorção. Segundo Castro (2009), conforme aumenta a idade da folha, ocorre uma diminuição na taxa de absorção de nutrientes, ocasionada pela maior resistência da folha a penetração da solução. O mesmo autor relata que isso possivelmente ocorre pelo maior desenvolvimento da cutícula em folhas velhas e também pela diferença entre aspectos morfológicos e metabólicos que podem influenciar a absorção. Vale salientar, que ao serem analisados os teores de P antes da primeira aplicação (Tabela 10), com valores de 3,8 a 4,0 g Kg⁻¹, verifica-se que estes estavam dentro da faixa de suficiência exigida pela cultura, pois conforme Embrapa (1996) é 2,6 a 5,0 g Kg⁻¹. Portanto nestas condições, mostrou-se dispensável a aplicação de fertilizantes foliares para a cultura da soja visando a correção de fósforo.

Na Tabela 14, são apresentados os resultados relativos à comparação das médias dos teores foliares de potássio (K) para cada um dos locais de forma individual.

Tabela 14. Médias para cada local dos teores foliares de potássio (K, g Kg⁻¹), da cultura da soja submetida a aplicação de diferentes fertilizantes foliares em duas épocas de aplicação na fase reprodutiva. UTFPR, Pato Branco, 2015.

Produto	Teor de Potássio (g Kg ⁻¹)								
	Juvinópolis			Capitão L. Marquês			Santa Isabel		
	Época		Média	Época		Média	Época		Média
	1 ^a	2 ^a		1 ^a	2 ^a		1 ^a	2 ^a	
Testemunha	13,3 Abc	11,5 Ba	12,4	12,7 Ac	9,0 Bb	10,9	13,6 Aabc	6,2 Bd	9,9
A	15,5 Aab	11,7 Ba	13,6	15,6 Aab	12,1 Ba	13,8	12,7 Abc	12,4 Ba	12,5
B	16,4 Aa	11,7 Ba	14,1	15,9 Aa	13,5 Ba	14,7	13,6 Aabc	9,0 Bbc	11,3
C	14,6 Aabc	12,7 Ba	13,6	15,5 Aab	6,3 Bc	10,9	11,8 Ac	6,3 Bd	9,0
D	12,7 Ac	11,2 Ba	12,0	14,0 Aabc	13,2 Ba	13,6	14,6 Aab	8,1 Bcd	11,3
E	13,7 Abc	12,7 Ba	13,2	13,2 Bbc	13,9 Aa	13,5	15,5 Aa	11,8 Ba	13,6
F	13,6 Abc	11,7 Ba	12,7	13,6 Aabc	12,5 Ba	13,1	14,6 Aab	10,9 Bab	12,7
G	12,7 Ac	12,7 Aa	12,7	14,6 Aabc	12,8 Ba	13,7	14,6 Aab	8,1 Bcd	11,3
H	13,6 Abc	11,8 Ba	12,7	13,2 Aabc	9,2 Bb	11,2	12,7 Abc	8,9 Bbc	10,8
Média	14,0	12,0	13,0	14,3	11,4	12,8	13,7	9,1	11,4
Cv (%)	13,4								

Médias seguidas da mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem estatisticamente pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade.

Para o local Juvinópolis, na primeira época observa-se que houve diferença entre os produtos estudados, uma vez que apenas o fertilizante foliar B se

diferiu estatisticamente da testemunha quanto ao teor de K nas folhas de soja. Já para a segunda época de aplicação não houve diferença significativa entre os produtos utilizados e a testemunha, ou seja, não houve resposta da aplicação dos adubos foliares quanto ao teor foliar de K. Na comparação entre as épocas, verificou-se redução nos teores de K na segunda época de aplicação, com exceção para o produto G, que apresentou o mesmo comportamento nas duas épocas para esse local.

No local Capitão, para a aplicação de fertilizantes foliares em R2, verificou-se diferença entre os produtos e a testemunha para o teor de K na folha, sendo que os produtos A, B e C apresentaram as maiores médias e foram superiores a testemunha quanto a teor de K. Já na aplicação em R5, houve diferença entre os produtos e a testemunha, onde os fertilizantes foliares C, H e a testemunha apresentaram teores de K foliar inferiores aos demais produtos. Na comparação entre as épocas para cada produto, verificou-se, que houve redução no teor de potássio na folha na segunda época de aplicação, com exceção do produto E, que apresentou comportamento contrário, ou seja, o teor de K na primeira época foi inferior ao da segunda época de aplicação.

Para o local Santa Isabel, a aplicação de fertilizantes foliares em R2, apresentou diferenças entre os produtos estudados. Porém, nenhum produto se diferiu da testemunha. Desta forma, pode-se afirmar que não houve resposta da aplicação dos fertilizantes foliares testados para este local e época. Já na aplicação em R5, houve diferença entre os produtos e a testemunha, onde os fertilizantes foliares A e E apresentaram as maiores médias de teores foliares de K, seguidos dos produtos F, B e H. Estes produtos apresentaram incremento no teor de K em comparação a testemunha. Na comparação entre as épocas para cada produto, verificou-se, que houve redução no teor de potássio na folha na segunda época de aplicação para todos os tratamentos, inclusive para a testemunha.

Fazendo-se uma análise geral dos três locais, verifica-se que na primeira época, não houve o mesmo comportamento entre os produtos nos três locais, ou seja, em Santa Isabel não foi verificado resposta quanto à aplicação dos fertilizantes foliares testados para aumento no teor de K. Já nos locais, Capitão e Juvinópolis houve diferença entre os produtos e a testemunha, sendo que o

fertilizante foliar B foi o produto que mais se destacou em ambos os locais. Já na segunda época, em dois locais, Capitão e Santa Isabel, houve resposta da aplicação de fertilizantes foliares com relação ao teor de K na folha, onde os produtos A, E e F se destacaram. Com exceção do primeiro produto, os outros dois, segundo seus fabricantes, apresentam em sua formulação uma alta concentração de potássio. Isto pode explicar o fato de a folha ter apresentado um maior teor deste nutriente quando recebeu a aplicação desses produtos. Na comparação entre as épocas de aplicação para cada produto, praticamente todos os tratamentos tiveram um menor teor de K na segunda época de aplicação. Ficando assim, evidente que a idade da folha é um fator que interfere significativamente na absorção, e que nesta fase, tem-se grande translocação de nutrientes da folha para as vagens. Vale salientar, que apesar de haver um incremento no teor de K na folha com a aplicação dos fertilizantes foliares, estes teores ainda ficaram abaixo do nível de suficiência considerado adequado para a cultura, de acordo com o proposto por Embrapa (1996) é 17,1 a 25 g Kg⁻¹.

De acordo com Freitas et al. (2007) em trabalho realizado na cultura do algodão a aplicação de K via foliar não proporcionou incrementos no teor de K no tecido foliar. Em estudo na cultura da soja Verginassi (2008), ao avaliar os tratamentos que receberam aplicação foliar de silicato de potássio (15 % K₂O e 12 % Si) e do adubo foliar Reflet (K₂O: 10%; Ca: 6,0%; Zn: 1,0%) na fase reprodutiva da cultura, não verificou aumento no teor de K na folha. Ainda neste estudo, a testemunha (sem aplicação de K foliar) apresentou teor de K de 33 g Kg⁻¹, acima do nível de exigência da cultura da soja.

Na Tabela 15, são apresentados os resultados relativos à comparação das médias para o teor foliar de Cálcio (Ca) para cada um dos locais. Para Juvinópolis nota-se que na primeira época houve diferença entre os tratamentos estudados. Os fertilizantes foliares E, F e a testemunha apresentaram os menores valores de Ca no tecido foliar quando comparados com os demais tratamentos. Já na segunda época, os produtos E e F apresentaram os maiores valores de Ca na folha, sendo estatisticamente diferentes da testemunha e dos demais produtos. Já na comparação entre as épocas não foram verificadas diferenças entre ambas para nenhum dos tratamentos.

Tabela 15. Médias para cada local dos teores foliares de Cálcio (Ca, g kg⁻¹), da cultura da soja submetida a aplicação de diferentes fertilizantes foliares em duas épocas de aplicação na fase reprodutiva. UTFPR, Pato Branco, 2015.

Produto	Teor de Cálcio (g Kg ⁻¹)								
	Juvinópolis			Capitão L. Marquês			Santa Isabel		
	Época			Época			Época		
	1 ^a	2 ^a	Média	1 ^a	2 ^a	Média	1 ^a	2 ^a	Média
Testemunha	5,3 Ab	7,1 Ab	6,2	7,7 Abcd	3,8 Abcd	5,8	5,7 Ab	2,8 Ab	4,2
A	8,7 Aa	7,0 Ab	7,8	7,7 Abcd	5,3 Aab	6,5	5,6 Ab	2,6 Ab	4,1
B	8,3 Aa	6,9 Ab	7,6	8,9 Aab	3,5 Acd	6,2	7,6 Aa	2,7 Ab	5,1
C	7,9 Aa	6,1 Ab	7,0	8,5 Aabc	2,8 Ad	5,7	5,3 Ab	4,7 Aa	5,0
D	8,8 Aa	6,2 Ab	7,5	9,4 Aa	3,8 Abcd	6,6	6,4 Aab	2,7 Ab	4,6
E	6,3 Ab	9,7 Aa	8,0	7,1 Acd	5,0 Aabc	6,0	6,8 Aab	3,4 Aab	5,1
F	5,4 Ab	9,5 Aa	7,5	9,4 Aa	3,4 Acd	6,4	6,6 Aab	3,9 Aab	5,2
G	9,3 Aa	6,4 Ab	7,8	9,8 Aa	5,7 Aa	7,7	6,8 Aab	3,6 Aab	5,2
H	9,1 Aa	4,4 Ac	6,8	6,5 Ad	2,5 Ad	4,5	6,0 Aab	3,6 Aab	4,8
Média	7,7	7,0	7,4	8,3	4,0	6,2	6,3	3,3	4,8
Cv (%)	17,6								

Médias seguidas da mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem estatisticamente pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade.

Em Capitão para a aplicação em R2, foi verificado que houve diferença entre os fertilizantes foliares e a testemunha, onde os produtos D, F e G apresentaram os maiores valores de Ca no tecido foliar, sendo superiores aos produtos A, E, H e a testemunha. Na aplicação em R5, também foi verificada diferença entre os tratamentos, onde o fertilizante foliar G se destacou com a maior quantidade de Ca na folha, sendo único produto que se diferenciou da testemunha. Na comparação entre as épocas, não foram observadas diferenças entre as épocas para nenhum dos produtos testados, inclusive para a testemunha.

Os resultados obtidos em Santa Isabel, mostram que para a primeira época de aplicação, houve diferença entre os tratamentos testados. O produto B apresentou os maiores teores de Ca, sendo o único produto a se diferenciar da testemunha. Na segunda época, foi também observado diferença significativa entre os tratamentos, porém, destacando-se o produto C que apresentou os maiores valores de Cálcio na folha, sendo o único produto superior a testemunha. Na comparação entre as épocas, não foram observadas diferenças entre as épocas para nenhum dos produtos testados, inclusive para a testemunha.

Fazendo-se uma análise abrangendo os três locais, verificou-se que tanto na primeira, como na segunda época de aplicação houve diferenças significativas entre os tratamentos e os resultados não foram iguais para os três

locais. De modo geral, observou-se que em R2 o produto G foi o que mais se destacou nos três locais, apresentando médias de teor de Ca maiores nos três locais. Já em R5 não teve-se nenhum produto que se destacou de forma positiva nos três locais. Na comparação entre as épocas, verificou-se para todos os produtos, que a primeira época apresentou os maiores teores foliares de Ca. Estes resultados discordam dos obtidos por Souza (2007), que trabalhando com aplicação de fertilizantes à base de Ca e B nos estádios R1 e R3 da cultura da soja, não observou diferença significativa nos teores foliares de cálcio entre as duas épocas de aplicação.

Vale salientar que ao analisar os teores de Ca antes da primeira aplicação ($5,3 \text{ g Kg}^{-1}$), verifica-se que estes estavam dentro da faixa de suficiência exigida pela cultura, que conforme Embrapa (1996) é 3,6 a $20,0 \text{ g Kg}^{-1}$. Souza et al. (2009), ao avaliarem a aplicação de cinco doses (0; 0,5; 1,0; 1,5; $2,0 \text{ L ha}^{-1}$) de fertilizante foliar a base de cálcio e boro (Ca 8% e B 2%) em dois estádios fenológicos (R1 e R3) em quatro cultivares de soja, não verificaram diferenças significativas nos teores foliares de Ca, sendo que, a testemunha apresentou teor foliar de Ca de $12,2 \text{ g Kg}^{-1}$, que está dentro do nível de exigência da cultura.

Na Tabela 16, são apresentados os resultados relativos à comparação das médias para o teor foliar de Magnésio (Mg), para cada um dos locais estudados.

Tabela 16. Médias para cada local dos teores foliares de Magnésio (Mg, g Kg^{-1}), da cultura da soja submetida a aplicação de diferentes fertilizantes foliares em duas épocas de aplicação na fase reprodutiva. UTFPR, Pato Branco, 2015.

Produto	Teor de Magnésio (g Kg^{-1})								
	Juvinoópolis			Capitão L. Marquês			Santa Isabel		
	Época		Média	Época		Média	Época		Média
1 ^a	2 ^a	1 ^a		2 ^a	1 ^a		2 ^a		
Testemunha	1,70 Ac	1,18 Aab	1,44	2,06 Ab	0,58 Aa	1,32	2,21 Aa	0,74 Aa	1,47
A	2,32 Aa	0,97 Ab	1,64	2,15 Aa	0,47 Aa	1,31	2,25 Aa	0,54 Aa	1,39
B	2,30 Aa	1,16 Aab	1,73	1,49 Acd	0,50 Aa	0,99	2,13 Aa	0,73 Aa	1,43
C	2,02 Aabc	1,18 Aab	1,60	1,67 Ac	0,67 Aa	1,17	2,34 Aa	0,70 Aa	1,52
D	2,10 Aab	1,22 Aab	1,66	1,26 Ad	0,53 Aa	0,90	2,21 Aa	0,69 Aa	1,45
E	1,77 Ac	1,52 Aa	1,64	1,85 Aabc	0,50 Aa	1,18	2,24 Aa	0,61 Aa	1,43
F	1,93 Aabc	1,53 Aa	1,73	1,69 Abc	0,50 Aa	1,10	2,23 Aa	0,73 Aa	1,48
G	2,25 Aa	0,90 Ab	1,57	1,77 Abc	0,49 Aa	1,13	2,10 Aa	0,63 Aa	1,36
H	2,08 Aab	1,03 Ab	1,56	1,70 Abc	0,59 Aa	1,14	2,37 Aa	0,63 Aa	1,50
Média	2,05	1,19	1,62	1,40	0,58	1,32	2,23	0,67	1,45
Cv (%)	17,6								

Médias seguidas da mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem estatisticamente pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade.

Para Juvinópolis, nota-se que na primeira época, houve diferença entre os tratamentos, sendo que os fertilizantes foliares A, B e G apresentaram as maiores médias de Mg no tecido foliar. Estes juntos com os produtos D e H, mostraram-se superiores a testemunha, quanto ao teor de Mg na folha. Verificou-se também, que na segunda época houve diferença entre os tratamentos estudados, porém, nenhum dos fertilizantes foliares estudados apresentou diferenças no teor de Magnésio quando comparado à testemunha. Já na comparação entre as épocas não foram verificadas diferenças entre ambas para nenhum dos tratamentos.

Em Capitão para a aplicação em R2, foi verificado que houve diferença entre os fertilizantes foliares e a testemunha, porém, apenas o produto A foi superior à testemunha quanto ao teor de Mg no tecido foliar. Já para a aplicação em R5, não foi verificado diferença entre os tratamentos quanto ao teor de Mg na folha. Na comparação entre as épocas, não foram observadas diferenças entre as épocas para nenhum dos tratamentos.

Para Santa Isabel com relação ao teor de Mg foliar, nota-se que não houve diferença entre os tratamentos testados para nenhuma das épocas. Na comparação entre as épocas, também não foram observadas diferenças entre elas para nenhum dos produtos testados, inclusive para a testemunha.

Analisando os resultados obtidos quanto ao teor foliar de magnésio nos três locais de forma generalizada, verifica-se que na primeira época de aplicação, com exceção de Santa Isabel, o produto A foi o que apresentou as maiores médias, tanto em Capitão como em Juvinópolis. Já na segunda época de aplicação, não foram observadas respostas quanto a aplicação dos fertilizantes foliares para aumento no teor de Mg, quando comparados com a testemunha. Na comparação entre as épocas para cada produto, não foram observadas diferenças entre as épocas para nenhum dos tratamentos estudados. Ao serem analisados os teores de Mg antes da primeira aplicação ($2,7 \text{ g Kg}^{-1}$), verifica-se que estes estavam dentro da faixa de suficiência exigida pela cultura, que conforme Embrapa (1996) é 2,5 a $10,0 \text{ g Kg}^{-1}$.

Staut (2006), avaliando o efeito da adubação foliar com macro e micronutrientes na cultura da soja, testou a aplicação de dois produtos comerciais em V2, um a base de N o HAF Plus (15 % de N) e um a base de complexos de

nutrientes o HAF Alfa (15; 1,6; 0,3; 0,1; 0,2; 1,5 e 0,8 % de N, S, B, Co, Cu, Mg e Zn), associado a aplicação em R5.1 de um produto a base de K, o HAF Potássim (23,2 % de K). O autor não verificou diferenças significativas nos teores de Mg em relação a testemunha, que apresentou valores de teor foliar de Mg de 4,0 g Kg⁻¹, que está dentro da faixa de exigência da cultura.

Na Tabela 17, apresenta-se apenas para o ensaio localizado em Capitão Leônidas Marques, o resumo da análise de variância para os teores foliares do macronutriente enxofre (S) e dos teores foliares dos micronutrientes, ferro (Fe), manganês (Mn), cobre (Cu), zinco (Zn), boro (B). Verifica-se, que não houve interação significativa entre produtos e épocas para nenhuma das variáveis. No entanto, existiu efeito significativo de produto para teor de Cu e Zn. Além disso, houve efeito significativo de época de aplicação dos fertilizantes foliares para os teores foliares de S, Zn e B.

Tabela 17. Resumo da análise de variância para os teores foliares de enxofre (S, g Kg⁻¹ de massa seca), Ferro (Fe, mg Kg⁻¹ de massa seca), Manganês (Mn, mg Kg⁻¹ de massa seca), Cobre (Cu, mg kg⁻¹ de massa seca), Zinco (Zn g Kg⁻¹ de massa seca), Boro (B mg Kg⁻¹ de massa seca), incluindo fonte de variação (FV), graus de liberdade (GL) e quadrado médio (QM), da cultura da soja submetida a aplicação de diferentes fertilizantes foliares em duas épocas de aplicação na fase reprodutiva no município de Capitão Leônidas Marques. UTFPR, Pato Branco, 2015.

FV	GL	QM					
		S	Fe	Mn	Cu	Zn	B
Bloco	2	0,002 ^{ns}	9049,57 ^{**}	229,68 ^{ns}	23,40 ^{**}	47,38 ^{ns}	347,04 ^{ns}
Produto (P)	8	0,001 ^{ns}	1755,46 ^{ns}	657,69 ^{ns}	12,15 ^{**}	173,75 [*]	141,54 ^{ns}
Epoca (E)	1	0,023 ^{**}	3022,51 ^{ns}	1756,74 ^{ns}	10,66 ^{ns}	1493,63 ^{**}	2510,54 ^{**}
PXE	8	0,003 ^{ns}	1655,93 ^{ns}	992,86 ^{ns}	4,00 ^{ns}	154,71 ^{ns}	85,20 ^{ns}
Resíduo	34	0,002	1193,65	1080,37	3,38	75,46	118,43
Média	-	2,2	168,6	108,3	8,0	49,7	52,1
Cv (%)	-	22,4	20,5	30,3	22,9	17,5	20,9

*Significativo pelo teste F (P<0,05); ** Significativo pelo teste F (P<0,01); ^{ns} não significativo.

Nas Tabelas 18 e 19, são apresentados os resultados relativos à comparação das médias para os teores foliares de enxofre, ferro, manganês, cobre, zinco e Boro. Nota-se que não houve diferença significativa entre a aplicação dos fertilizantes foliares e a testemunha, ou seja, não houve resposta da aplicação dos produtos testados quanto ao teor de S e micronutrientes. Isto pode ter ocorrido, pois conforme a Tabela 2 e 3, os teores destes nutrientes no solo estavam em faixas consideradas adequadas. Os teores foliares no estádio R1, antes da aplicação dos fertilizantes foliares estavam em faixas também consideradas adequadas, não sendo necessária a aplicação de fertilizantes foliares para corrigir uma eventual deficiência.

Tabela 18. Médias dos teores foliares de enxofre (S, g Kg⁻¹ de massa seca), Ferro (Fe, mg Kg⁻¹ de massa seca), Manganês (Mn, mg Kg⁻¹ de massa seca), da cultura da soja submetida a aplicação de diferentes fertilizantes foliares em duas épocas de aplicação na fase reprodutiva, no município de Capitão Leônidas Marques - PR. UTFPR, Pato Branco - PR, 2015.

Produto	Teor de S (g Kg ⁻¹)			Teor de Fe (mg Kg ⁻¹)			Teor de Mn (mg Kg ⁻¹)		
	Época			Época			Época		
	1 ^a	2 ^a	Média	1 ^a	2 ^a	Média	1 ^a	2 ^a	Média
Testemunha	2,20	1,97	2,1 a	171,7	186,7	122,3 a	114,7	130,0	122,3 a
A	3,13	1,30	2,2 a	211,3	120,0	121,5 a	148,7	94,3	121,5 a
B	2,23	2,03	2,1 a	154,3	190,0	106,3 a	93,7	119,0	106,3 a
C	2,63	1,93	2,3 a	157,0	165,0	103,3 a	92,3	114,3	103,3 a
D	2,23	2,10	2,2 a	168,7	200,0	119,2 a	99,7	138,7	119,2 a
E	3,43	1,40	2,4 a	217,3	123,3	108,3 a	148,3	68,3	108,3 a
F	2,13	2,43	2,3 a	164,0	196,7	107,8 a	102,3	113,3	107,8 a
G	2,53	2,00	2,3 a	161,0	206,7	120,2 a	115,0	125,3	120,2 a
H	2,23	2,20	2,2 a	151,3	196,3	105,2 a	87,7	122,7	105,2 a
Média	2,5 A	1,9 B	2,2	172,9 A	176,0 A	174,5	111,4 A	114,0 A	112,7
Cv (%)	22,4			20,5			30,3		

Médias seguidas da mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem estatisticamente pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade.

Tabela 19. Médias para dos teores foliares de Cobre (Cu, mg Kg⁻¹ de massa seca), Zinco (Zn, mg Kg⁻¹ de massa seca), Boro (B, mg Kg⁻¹ de massa seca), da cultura da soja submetida a aplicação de diferentes fertilizantes foliares em duas épocas de aplicação na fase reprodutiva, no município de Capitão Leônidas Marques - PR. UTFPR, Pato Branco, 2015.

Produto	Teor de Cu (mg Kg ⁻¹)			Teor de Zn (mg Kg ⁻¹)			Teor de B (mg Kg ⁻¹)		
	Época			Época			Época		
	1	2	Média	1	2	Média	1	2	Média
Testemunha	9,3	8,3	8,8 a	56,7	44,3	50,5 a	58,4	50,6	54,5 a
A	11,3	5,3	8,3 a	73,7	27,0	50,3 a	76,8	34,1	55,4 a
B	8,7	7,3	8,0 a	54,7	49,0	51,8 a	55,3	45,8	50,5 a
C	9,0	8,7	8,8 a	56,0	51,3	53,7 a	63,4	48,9	56,2 a
D	9,0	6,7	7,8 a	54,0	53,0	53,5 a	53,1	51,3	52,2 a
E	9,7	4,7	7,2 a	71,0	26,7	48,8 a	70,2	33,0	51,6 a
F	7,3	7,0	7,2 a	53,3	51,3	52,3 a	64,4	45,1	54,8 a
G	9,7	12,0	10,8 a	58,7	49,3	54,0 a	58,7	51,3	55,0 a
H	8,0	8,3	8,2 a	52,7	47,7	50,2 a	66,1	47,6	56,9 a
Média	9,1 A	7,6 B	9,4	59,0 A	44,4 B	51,7	62,9 A	45,3 B	54,7
Cv (%)	22,9			17,5			20,9		

Médias seguidas da mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem estatisticamente pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade.

Na comparação entre as épocas de aplicação, houve diferença significativa para os teores de S, Cu, Zn e B. Na primeira época, os teores foliares foram superiores ao da segunda época, ficando evidente que a absorção de nutrientes em folhas novas é mais eficiente. De acordo com Camargo e Silva (1975), quanto mais velha a folha, menor a absorção de nutrientes, seja em função da

estrutura e composição da cutícula ou em função da menor atividade metabólica.

Em trabalho realizado por Silva et al. (2003), verificaram que a aplicação foliar de S resultou em pronta absorção e rápida translocação do radioisótopo para todas as partes da planta de soja. De acordo com estudos feitos por Sfredo e Kleper (2003) e Vitti et al. (2007), a aplicação foliar de enxofre elementar apresentou eficiência superior a aplicação realizada via solo.

Segundo Rezende et al. (2009), avaliando doses de enxofre aplicados via foliar no acúmulo de nutrientes na planta e produtividade da soja, verificaram que o teor foliar de S foi elevado com a aplicação de S foliar. No entanto, segundo os autores, os teores de S obtidos (1,2 à 4,0 g Kg⁻¹) ainda ficaram abaixo do nível de exigência da cultura que é 2,0 4,0 g kg. Esses baixos resultados podem ter ocorrido em função do baixo teor de matéria orgânica e do S natural do solo.

3.5.2 Resposta dos componentes de rendimento e produtividade

Na Tabela 20, é apresentado o resumo da análise de variância conjunta para a variável altura de plantas (ALT) e variáveis relacionadas aos componentes de rendimento, número de grãos por vagem (NGV), número de vagens por planta (NVP), número de grãos por planta (NGP), massa de mil sementes (MMS) e produção de grãos (PROD). Observa-se que, apenas para a variável MMS, houve interação significativa entre época de aplicação e produto. Desta forma, para esta variável foi realizado o desdobramento de produto dentro de cada época. Ainda, pode-se verificar que não houve efeito significativo entre os produtos foliares aplicados na cultura da soja e também entre épocas para nenhuma das demais variáveis. Nota-se que houve significância quanto aos locais avaliados para essas variáveis, porém não serão comparados entre si, pois não é o objeto do trabalho.

Tabela 20. Resumo da análise de variância conjunta para as variáveis, altura de plantas (ALT, cm), número de grãos vagem⁻¹ (NGV), número de vagens planta⁻¹ (NVP), número de grãos planta⁻¹ (NGP), massa de mil sementes (MMS, g) e produção de grãos (PROD, Kg ha⁻¹), incluindo fonte de variação (FV), graus de liberdade (GL) e quadrado médio (QM), da cultura da soja submetida à aplicação de diferentes fertilizantes foliares em duas épocas de aplicação na fase reprodutiva. UTFPR, Pato Branco, 2015.

FV	GL	QM						
		ALT	NGV	NVP	NGP	MMS	PROD	
Blocoxlocal	6	133,41 **	0,024 **	213,30 **	1057,24 **	398,03 **	64260,8	ns
Local	2	3580,30 **	1,265 **	2397,88 **	6685,91 **	33761,98 **	3197813,0	**
Época (E)	1	19,54 ns	0,001 ns	12,04 ns	98,52 ns	48,95 ns	208084,2	ns
Produto (P)	8	6,66 ns	0,009 ns	11,50 ns	38,62 ns	32,22 ns	87978,0	ns
LxE	2	1,15 ns	0,014 ns	13,73 ns	24,31 ns	8,42 ns	150256,9	ns
LxtP	16	10,10 ns	0,006 ns	32,93 ns	247,03 ns	15,42 ns	30001,1	ns
ExP	8	7,91 ns	0,003 ns	29,24 ns	99,82 ns	107,71 *	36178,9	ns
LxExP	16	6,14 ns	0,004 ns	40,37 ns	268,18 ns	57,92 ns	56185,7	ns
Resíduo	102	9,35	0,006	34,02	243,54	43,14	62948,0	
Média		103,7	2,31	42,1	97,4	170,7	3826	
Cv (%)		2,9	3,5	13,8	16,0	3,8	6,5	

*Significativo pelo teste F (P<0,05); ** Significativo pelo teste F (P<0,01); ns não significativo.

Na Tabela 21, apresenta-se a comparação das médias para variável MMS. Nota-se, que nas duas épocas de aplicação dos fertilizantes foliares, foram observadas diferenças significativas entre os tratamentos. Com relação a primeira aplicação, foi observado que apenas os tratamentos que receberam a aplicação dos produtos comerciais F, G e E se diferiram da testemunha quanto a MMS. O fertilizante foliar F, foi o que apresentou o melhor desempenho se comparado aos demais produtos, ou seja, apresentou a maior média para MMS, 175,07 gramas. Ao compararmos com a média da testemunha que foi de 170,37 gramas, houve um incremento em torno de 2,75 % na MMS. Os tratamentos que receberam a aplicação dos produtos G e E, também apresentaram um bom desempenho em relação a testemunha e aos demais produtos, com exceção do produto A que foi estatisticamente semelhante. Já na segunda época, verificou-se resposta apenas para a aplicação de fertilizantes foliares para os tratamentos que receberam a aplicação dos produtos B e H, tendo médias superiores ao da testemunha. O fertilizante foliar B foi o que apresentou o melhor desempenho se comparado aos demais produtos, ou seja, apresentou a maior média para MMS, 176,87 gramas. Ao se comparar com a média da testemunha que foi de 170,37 gramas, houve um incremento em torno de 3,8 % na MMS.

Tabela 21. Comparação das Médias dos três locais para a variável massa de mil sementes (MMS, g), da cultura da soja submetida à aplicação de diferentes fertilizantes foliares em duas épocas de aplicação na fase reprodutiva. UTFPR, Pato Branco, 2015.

Produto	MMS					
	Época de aplicação					
	1 ^a		2 ^a		Média	
Testemunha	170,3	Acd	170,3	Ac	170,3	170,3
A	171,9	Abc	167,3	Bd	169,6	169,6
B	170,5	Bcd	176,8	Aa	173,6	173,6
C	169,1	Ad	170,3	Ac	169,7	169,7
D	168,5	Bd	171,6	Abc	170,1	170,1
E	172,8	Ab	167,7	Bd	170,2	170,2
F	175,1	Aa	167,6	Bd	171,3	171,3
G	173,0	Ab	166,7	Bd	169,9	169,9
H	170,5	Bcd	173,4	Ab	171,9	171,9
Média	171,3		170,2		170,7	170,7
Cv(%)			3,8			

Médias seguidas da mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem estatisticamente pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade.

Concordando com esses resultados, Burko et al. (2013), avaliando o efeito da aplicação de nitrogênio complementar no estágio de florescimento da cultura da soja, notaram aumento na massa de mil grãos com a utilização do produto Produto B, sendo a maior resposta proporcionada pela dose de 10,5 L ha⁻¹. Em estudo realizado por Pelá (2009), avaliando o efeito de fontes de fósforo aplicadas via foliar na cultura do feijoeiro sobre os componentes de produção, observaram incremento na massa seca de grãos. COELHO et al. (2001), verificaram que a aplicação foliar de 75 g ha⁻¹ de Mo 20 dias após a emergência do feijoeiro, proporcionou aumento de 5% na massa de mil sementes.

Por outro lado, em trabalho que testou os efeitos da utilização do fertilizante foliar Maxicrop[®] sobre os componentes de rendimento e produtividade da soja, os autores Yildirim et. al. (2008), obtiveram resultados que discordam do presente trabalho, onde aplicação do produto nos estádios de V4 e R2 da cultura, não ocasionou incremento na massa de mil grãos. Musskopf e Bier (2010), em estudos realizados com aplicação de cálcio e boro no estágio R1 e R3 da cultura da soja, obtiveram resultados significativos em relação ao número de vagens, porém, não houve incremento no peso dos grãos. Resultados semelhantes foram encontrados por Silva et al. (2006), que estudando o efeito da aplicação foliar de Ca e B na fase de florescimento da cultura do feijão, não verificaram resposta com relação a massa de mil grãos. Possenti e Villela (2010), em estudo realizado com duas aplicações foliares de 400 g ha⁻¹ de Mo, nas fases R3 e R5 da cultura da soja,

não verificaram resposta significativa para massa de mil sementes.

Na comparação entre as épocas para cada produto, observou-se que, não houve diferença entre as épocas para a testemunha e os tratamentos que receberam a aplicação do produto C. Já os tratamentos com os fertilizantes foliares A, E, F e G apresentaram maior MMS, quando aplicados na primeira época. Já para os tratamentos com os produtos B, H e D, a aplicação em R5 foi superior a aplicação em R2 para a variável MMS.

Em trabalho que avaliou o efeito da aplicação foliar de Ca e B sobre os componentes de rendimento da cultura da soja, Souza (2007) observou que a massa de mil sementes foi significativamente inferior quando a aplicação foi realizada no estágio R1, sendo que no estágio R3 obteve-se maior massa das sementes, indicando que a aplicação proporcionou maior acúmulo de matéria seca.

Na Tabela 22, são apresentadas as médias para variáveis ALT, NGV, NVP, NGP e PROD. Como verificado na análise de variância (Tabela 20), não houve diferença significativa entre produtos e épocas de aplicação para nenhuma dessas variáveis.

Tabela 22. Médias dos três locais para as variáveis altura de plantas (ALT, cm) número de grãos vagem⁻¹ (NGV), número de vagens planta⁻¹ (NVP), número de grãos planta⁻¹ (NGP) e produção de grãos (PROD, Kg ha⁻¹), da cultura da soja submetida à aplicação de diferentes fertilizantes foliares em duas épocas de aplicação na fase reprodutiva. UTFPR, Pato Branco, 2015.

Produto	ALT	NGV	NVP	NGP	PROD
Testemunha	104,1	2,26	40,9	92,5	3602
A	103,1	2,34	43,5	100,8	3596
B	104,8	2,31	42,0	97,0	3708
C	103,2	2,32	43,0	99,3	3548
D	103,6	2,30	42,7	97,6	3634
E	103,2	2,33	41,6	97,2	3722
F	104,5	2,34	42,1	98,4	3841
G	104,0	2,32	41,5	96,0	3700
H	103,5	2,30	41,7	95,9	3719
Época					
1 ^a	104,1	2,31	42,4	97,63	3862
2 ^a	103,4	2,31	41,8	96,76	3790
Média	103,7	2,31	42,1	97,19	3826
Cv (%)	2,9	3,5	13,8	16,0	6,5

As médias não diferiram estatisticamente pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade.

Vale salientar, que apesar de ter verificado resposta significativa com relação à aplicação de fertilizantes foliares para MMS, isto não foi o suficiente para influenciar na produtividade da cultura. Talvez, por se tratar do componente de

produção com menor influência na produtividade, uma vez que esta é mais influenciada pelo número de vagens por planta. A diminuição do rendimento em diferentes situações de produção deve-se, em geral, a uma diminuição do número de grãos (GUTIERREZ BOEM E SCHEINER, 2003).

Segundo Thomas et al. (1998), o rendimento de grãos de soja é determinado pelo número médio de plantas por área, número de vagens por área, número de grãos por vagem e peso médio dos grãos. Porém, conforme o mesmo autor, o fator de maior importância para a produtividade da soja é o número de grãos por área, que é influenciado pelo número de vagens por planta, número de plantas m^{-2} e número de grãos por vagens.

O peso médio de grãos é geneticamente determinado, mas influenciado pelo ambiente (PANDEY E TORRIE, 1973). Ele é definido no período conhecido como de enchimento destes. A dinâmica da acumulação de matéria seca em cereais é afetado pela disponibilidade de assimilados, que afeta a velocidade e podem afetar a duração do enchimento e também pela capacidade fotossintética da cultura (VEGA E ANDRADE, 2000). A adubação foliar, pode interferir na capacidade fotossintética, através da manutenção da área foliar proporcionada pela reposição dos nutrientes nas folhas e conseqüentemente aumentar a produção de fotoassimilados, que podem ser transportados para os grãos, que possivelmente refletirá em maior produção (REZENDE et al., 2005).

No presente estudo, apesar de haver incremento nos teores foliares de alguns nutrientes, devido a aplicação dos fertilizantes foliares testados, não foram observados resultados positivos em aumento na produtividade da cultura da soja, nos três ensaios em diferentes locais. Muito possivelmente, porque os teores dos nutrientes no solo estavam de acordo com o nível de exigência da cultura. Este fato pode ser comprovado através da análise foliar dos nutrientes, onde para praticamente todos os nutrientes, os níveis estavam adequados segundo Embrapa (2006), com exceção do K que estava abaixo do nível de suficiência.

Resultados semelhantes foram obtidos por Staut (2006), trabalhando com aplicação de fertilizantes foliares no desenvolvimento vegetativo e na fase de enchimento de grão na cultura da soja, onde não observou resposta para os componentes de rendimento e produtividade da soja. O mesmo autor relata que

estes resultados, são explicados pelas boas condições de fertilidade natural do solo, onde foi conduzido o experimento e pela adubação realizada no plantio. Estes fatores segundo o autor, são eficientes para proporcionar uma elevada produtividade, visto que a testemunha onde não se aplicou os tratamentos testados, alcançou um rendimento de 3.960 kg ha⁻¹.

A aplicação de fosfito comercial (27% P₂O₅; 18% K₂O; 3% Mg; 7,8% S; 0,6% B; 0,6% Cu; 3,5% Mn; 6% Zn e 0,05%) nas doses de 1,0; 1,5; 2,0; 2,5 e 3 kg ha⁻¹ aplicado nos estádios R3 e R5 na cultura da soja, não resultou em diferenças significativas nos componentes de rendimento e produtividade da soja (PASSOS, et al. 2014). Em trabalhos realizados por WRUCK et al. (2005) na cultura do feijão, testando adubações foliares compostos por fosfitos, não verificaram efeito significativo sobre a produtividade, o que foi atribuído pelos autores à alta fertilidade do solo em relação aos elementos contidos no adubo foliar, principalmente o P e os micronutrientes, que são principalmente fornecidos via adubação realizado junta a semeadura. Para McDonald et al. (2001), faltam evidências de que o fosfito via foliar pode ser diretamente utilizado pelas plantas como fonte de fósforo e assim influenciar quaisquer componentes de rendimento da soja. Neste sentido, Neves e Blum (2014), observaram que a pulverização com fosfito não foi efetiva para o aumento da produtividade da soja.

Segundo Martins (2008), a aplicação de nitrato de potássio via foliar na fase R3 não é prática fitotécnica recomendada, pois não afeta os atributos relacionados ao rendimento de grãos. Este resultado é condizente com ensaios realizados em solução nutritiva, em que a infusão de K via xilema em plantas de soja, não aumentou significativamente o número de legumes, o peso dos grãos e a produtividade (GRABAU et al., 1986). A aplicação de K via foliar pode ser uma boa opção de adubação suplementar, quando as condições edafoclimáticas não forem favoráveis à absorção regular do K oriundo do solo (NELSON et al., 2005).

No entanto, resultados positivos da aplicação foliar de fósforo em diferentes estádios de desenvolvimento da soja, foram observados por Rezende et al. (2005), que constataram aumento de 16% na produtividade com aplicação de fertilizante líquido, realizada no estágio fenológico V6.

Wesley et al. (1998); Lamond e Wesley (2001), ressaltam a importância

da aplicação de N mineral na cultura, em experimentos executados nos EUA com fertilizantes nitrogenados sólidos aplicados em cultivares de alto potencial produtivo, obtiveram aumento da produtividade, quando aplicaram em pré-floração e no início do enchimento de grãos.

Haq e Mallarino (1998), testando adubações foliares com NPK no estádio V5, por três anos consecutivos em 48 ensaios, verificaram aumentos de rendimento de até 375 kg ha⁻¹ utilizando aplicações do fertilizante 3-8-15 na dose de 28 L ha⁻¹. Apesar desses resultados positivos (7 localidades das 48 avaliadas), os resultados encontrados foram inconsistentes. Estes autores relatam que respostas a este tipo de prática, tendem a ocorrer em solos com alta capacidade de troca de cátions, quando os teores de P nas plantas forem considerados baixos ou mesmo, quando chuvas ocorridas na primavera e em meados do verão tenham sido insatisfatórias.

Trabalhos mais recentes destes mesmos autores (HAQ E MALLARINO, 2000), estudando a resposta da cultura da soja a aplicações foliares com NPK em 27 locais, em diferentes tipos de solos, obtiveram respostas inconsistentes quando avaliado o rendimento de grãos. Os autores observaram acréscimos de rendimento em alguns lugares, decréscimos em outros, no entanto, sem afetar a maioria dos experimentos. A falta de resposta de acordo com os autores, está muito correlacionada com o fato de que na maioria dos ensaios P e K encontravam-se em níveis considerados suficientes para um bom desenvolvimento da soja.

Resultados de pesquisa obtidos pela Embrapa, com a utilização de fertilizantes foliares, têm demonstrado respostas significativas apenas para manganês (Mn) cobalto (Co) e molibdênio (Mo), razão pela qual não existe a recomendação para adubação foliar com outros nutrientes para essa cultura (STAUT, 2007).

3.5.3 Respostas da qualidade do grão

Na Tabela 23, é apresentado o resumo da análise de variância conjunta para as variáveis relacionadas à qualidade do grão de soja, proteína bruta (PB) e extrato etéreo (EE). Observa-se que não houve interação significativa entre os fatores estudados. Além disso, não ocorreu efeito significativo entre os fertilizantes foliares aplicados na cultura da soja e também entre épocas para ambas as variáveis. Nota-se que houve significância quanto aos locais avaliados, os quais serão demonstrados a seguir para fins de discussão, porém não serão comparados estatisticamente entre si, pois não é o objeto do presente trabalho.

Tabela 23. Resumo da análise de variância conjunta para as variáveis relacionadas a qualidade do grão, proteína bruta (PB, %) e extrato etéreo (EE,%), incluindo fonte de variação (FV), graus de liberdade (GL) e quadrado médio (QM), da cultura da soja submetida à aplicação de diferentes fertilizantes foliares em duas épocas de aplicação na fase reprodutiva. UTFPR, Pato Branco, 2015.

FV	GL	QM	
		PB	EE
Bloco x Local	6	10,37 *	2,84 **
Local (L)	2	19,89 **	255,86 **
Época (E)	1	3,14 ns	0,25 ns
Produto (P)	8	3,96 ns	0,14 ns
LxE	2	3,52 ns	0,21 ns
LxP	16	5,55 ns	0,84 ns
ExP	8	2,53 ns	0,31 ns
LxExP	16	5,73 ns	0,38 ns
Resíduo	102	3,63	0,56
Média	-	38,0	17,9
CV (%)	-	5,0	4,2

*Significativo pelo teste F ($P < 0,05$); ** Significativo pelo teste F ($P < 0,01$); ns não significativo.

Na Tabela 24, são apresentadas as médias para variáveis proteína Bruta e Extrato etéreo. Como verificado na análise de variância, não houve diferença significativa entre produtos e épocas de aplicação para nenhuma dessas variáveis. Estes resultados estão de acordo com os obtidos por Meschede et al. (2004), que trabalhando com diferentes fertilizantes foliares a base de (N, S, Zn, B, Mn, Fe, Cu, Mo e Co) não verificaram efeitos destes sobre os teores de proteína dos grãos de soja e na produtividade. Segundo Bertolin et al. (2008), em trabalhos realizados na cultura da soja, não houve efeito da aplicação de bioestimulante via semente e foliar, tanto no teor e rendimento de proteína bruta nos grãos de soja. Somente sendo

observado efeito positivo da aplicação desses produtos no teor e rendimento de proteína solúvel. A aplicação do produto comercial Macrocop®, que apresenta em sua composição os nutrientes N, P, K, Mn, Fe, Zn, Cu, B e Mn, nos estádios de desenvolvimento V4 e R2 na soja, não influenciou no teor de proteína e óleo (YILDIRIM et al., 2008).

Tabela 24. Médias para os três locais para as variáveis relacionadas a qualidade do grão, proteína bruta (PB, %) e teor de óleo ou estrato etéreo (EE, %), da cultura da soja submetida à aplicação de diferentes fertilizantes foliares em duas épocas de aplicação na fase reprodutiva. UTFPR, Campus Pato Branco, 2015.

Produto	Teor de proteína bruta (PB)				Teor de óleo (EE)			
	Juvinópolis	Capitão	Sta Isabel	Média	Juvinópolis	Capitão	Sta Isabel	Média
Testemunha	37,4	37,9	36,9	37,4	16,0	20,5	17,6	18,0
A	38,2	38,5	38,8	38,5	16,5	20,9	16,9	18,1
B	36,1	38,5	39,8	38,1	16,1	20,2	17,4	17,9
C	36,6	39,0	38,3	38,0	16,3	20,5	17,6	18,1
D	36,4	37,9	38,6	37,6	16,7	20,2	16,9	17,9
E	37,9	38,0	40,3	38,7	16,5	20,4	17,2	18,0
F	37,1	38,2	37,3	37,5	15,9	20,9	16,8	17,9
G	38,4	39,4	36,8	38,2	16,4	20,7	16,9	18,0
H	38,2	38,9	38,2	38,4	16,3	19,7	17,5	17,8
Época								
1ª	37,8	38,4	38,3	38,2	16,2	20,3	17,2	17,9
2ª	36,9	38,5	38,3	37,9	16,3	20,5	17,2	18,0
Média	37,3	38,5	38,3	38,0	16,3	20,4	17,2	18,0
Cv (%)		5,0				4,2		

As médias não diferiram estatisticamente pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade.

3.5.4 Resultados da análise econômica.

Conforme, relatado anteriormente, não houve diferença estatística significativa para produtividade entre os fertilizantes foliares utilizados nos experimentos e na testemunha. No entanto, houve para alguns produtos, uma leve tendência de incremento na produtividade ao serem levados em consideração os números absolutos. Desta forma, optou-se por realizar uma análise econômica para verificar se compensaria para o produtor a aplicação desses fertilizantes foliares.

Na Tabela 25, é apresentada a análise econômica para a aplicação dos fertilizantes foliares nos três locais.

Tabela 25. Análise econômica da cultura da soja submetida à aplicação de diferentes fertilizantes foliares em duas épocas de aplicação na fase reprodutiva. UTFPR, Pato Branco, 2015.

Produto	⁽¹⁾ CF (R\$ ha ⁻¹)	⁽²⁾ PROD (Kg.ha ⁻¹)		⁽³⁾ APRO (Kg.ha ⁻¹)		⁽⁴⁾ RB (R\$ ha ⁻¹)		⁽⁵⁾ RL (R\$ ha ⁻¹)	
		Época		Época		Época		Época	
		1 ^a	2 ^a	1 ^a	2 ^a	1 ^a	2 ^a	1 ^a	2 ^a
Juvinópolis									
Testemunha	0,00	3602	3602	-	-	-	-	-	-
A	60,00	3712	3479	110,7	-123,0	114,36	-127,10	54,36	-187,10
B	60,00	3665	3751	63,3	149,0	65,44	153,97	5,44	93,97
C	26,26	3819	3276	217,0	-325,3	224,23	-336,18	197,97	-362,44
D	26,06	3611	3657	9,0	55,0	9,30	56,83	-16,76	30,77
E	33,83	3778	3665	176,3	63,7	182,21	65,79	148,39	31,96
F	25,46	3825	3857	223,7	255,7	231,12	264,19	205,66	238,73
G	24,75	3948	3452	346,0	-149,3	357,53	-154,31	332,78	-179,06
H	23,18	3960	3478	358,7	-123,3	370,62	-127,44	347,45	-150,62
Capitão									
Testemunha	0,00	3975	3975	-	-	-	-	-	-
A	60,00	4086	3906	111,0	-69,0	114,70	-71,30	54,70	-131,30
B	60,00	4190	4304	215,0	329,3	222,17	340,31	162,17	280,31
C	26,26	4192	3993	217,0	18,0	224,23	18,60	197,97	-7,66
D	26,06	4216	4129	241,3	154,3	249,38	159,48	223,32	133,42
E	33,83	4105	4264	130,7	289,7	135,02	299,32	101,20	265,50
F	25,46	4308	4080	333,0	105,7	344,10	109,19	318,64	83,73
G	24,75	3904	4015	-70,7	40,3	-73,02	41,68	-97,77	16,93
H	23,18	4169	4110	194,3	135,3	200,81	139,84	177,64	116,67
Santa Isabel									
Testemunha	0,00	3635	3635	-	-	-	-	-	-
A	60,00	3724	3706	89,0	71,0	91,97	73,37	31,97	13,37
B	60,00	3705	3746	70,7	111,0	73,02	114,70	13,02	54,70
C	26,26	3618	3883	-16,3	248,0	-16,88	256,27	-43,14	230,00
D	26,06	3573	3627	-61,3	-7,3	-63,38	-7,58	-89,44	-33,64
E	33,83	3853	3716	218,0	81,3	225,27	84,04	191,44	50,22
F	25,46	3738	3688	103,7	53,3	107,12	55,11	81,66	29,65
G	24,75	3591	3571	-44,0	-64,0	-45,47	-66,13	-70,22	-90,88
H	23,18	3768	3769	133,0	134,3	137,43	138,81	114,26	115,64

⁽¹⁾CF: Custo dos fertilizantes foliares, com base nos valores de compra dos produtos no mês de novembro de 2013. ⁽²⁾PROD: Produção de grãos de cada tratamento (Média das três repetições). ⁽³⁾APRO: Acréscimo na produção de grãos (produção de grãos obtido com cada tratamento subtraída a produção da testemunha). ⁽⁴⁾RB: Renda Bruta, acréscimo da produção multiplicado pelo valor da soja (61,00 R\$ a saca). ⁽⁵⁾RL: Renda Líquida, renda com o acréscimo da produção de grãos subtraído o custo do produto.

Observando-se os valores de acréscimo na produção (APRO), nota-se que para Juvinópolis na primeira época houve, um incremento na produtividade para todos os fertilizantes foliares utilizados quando comparados com a testemunha. Destacaram com os maiores valores absolutos de acréscimo na produção, os tratamentos que receberam a aplicação dos produtos, H (358,7 Kg ha⁻¹), G (346,0 Kg ha⁻¹), F (223,7 Kg ha⁻¹) e C (217,0 Kg ha⁻¹). Já na segunda época, apenas os

tratamentos com os produtos F, B, E e D apresentaram incremento na produtividade quando comparados com a testemunha. Os maiores valores foram observados para os dois primeiros produtos, com acréscimos de 255,7 e 149,0 Kg ha⁻¹ respectivamente. Para o local Capitão na primeira época, praticamente todos os tratamentos que receberam a aplicação dos fertilizantes foliares apresentaram acréscimo na produção quando comparado com a testemunha, com exceção do tratamento com o produto G que apresentou valor menor que a testemunha. Os produtos F, D, C e B foram os que mais se destacaram, com incrementos de 333,0; 241,3; 217,0 e 215,0 Kg ha⁻¹ respectivamente. Já na segunda época, praticamente todos os produtos proporcionaram incremento na produção de grãos, com exceção do produto A que apresentou decréscimo na produtividade. Os produtos B, E e D foram os que mais se destacaram, com acréscimos de produção em torno de 329,3; 289,7 e 154,3 Kg ha⁻¹ respectivamente.

Em Santa Isabel na primeira época, nota-se que apenas os tratamentos que receberam a aplicação dos fertilizantes foliares E, H, F, A e B apresentaram incremento na produtividade em relação à testemunha, sendo que os três primeiros apresentaram os maiores acréscimos de 218,0; 133,0 e 103,7 Kg ha⁻¹ respectivamente. Na segunda época de aplicação, praticamente todos os produtos proporcionaram acréscimo na produção, com exceção dos produtos D e G, que acarretaram em decréscimo na produtividade quando comparados com a média da testemunha. Os maiores incrementos foram observados para os tratamentos que receberam a aplicação dos produtos C (248,0 kg ha⁻¹), H (134,3 Kg ha⁻¹) e B (111,0 Kg ha⁻¹).

Através da análise do acréscimo de produção dos três locais em conjunto, nota-se, que para a primeira época, os tratamentos que receberam a fertilização com os produtos H, F, E, B e A, apresentaram incremento na produtividade em relação a testemunha nos três locais, com valores médios de incremento na faixa de 229,0; 220,0; 175,0; 116,0 e 104,0 Kg ha⁻¹ respectivamente. Na segunda época, os produtos B, E e F se destacaram com incremento na produtividade nos três locais, com valores médios de 196,0, 145,0 e 138,0 Kg ha⁻¹ respectivamente.

Ainda na Tabela 25, na comparação da renda líquida (RL) para cada

local, observa-se em Juvinópolis, na primeira época, praticamente todos os fertilizantes foliares utilizados proporcionaram lucro em comparação a testemunha, com exceção do produto D, que não apresentou viabilidade econômica. Os maiores retornos econômicos nesta época de aplicação e neste local, foram proporcionados pela utilização dos fertilizantes foliares H (R\$ 374,45 ha⁻¹), G (R\$ 332,78 ha⁻¹), F (R\$ 205,66 ha⁻¹) e C (R\$ 197,97 ha⁻¹). Na época 2, observa-se uma menor resposta econômica da utilização dos fertilizantes foliares, onde apenas os produtos F, B, D e E apresentaram lucro quando comparados com a testemunha. Porém, ao observar os valores de renda líquida obtida, apenas os dois primeiros produtos apresentaram lucro que compensariam a utilização pelo produtor, que foram de R\$ 238,73 e R\$ 93,97 ha⁻¹.

Para Capitão, na primeira época de aplicação, praticamente todos os fertilizantes foliares utilizados proporcionaram lucro em comparação a testemunha, com exceção do produto G que apresentou inviabilidade econômica. Os maiores retornos econômicos nesta época de aplicação e neste local, foram proporcionados pela utilização dos produtos F (R\$ 318,64 ha⁻¹), D (R\$ 223,32 ha⁻¹), C (R\$ 197,97 ha⁻¹) e H (R\$ 177,64 ha⁻¹). Na segunda época de aplicação, também foram verificadas respostas econômicas positivas para a maioria dos tratamentos que receberam fertilização foliar. Com exceção dos tratamentos onde foram aplicados os produtos A e C, cujo o retorno econômico foi negativo. A maior rentabilidade líquida nesta época de aplicação para este local, ocorreu nos tratamentos que foram utilizados os produtos A e E, que foram de R\$ 280,31 e R\$ 265,50 ha⁻¹ respectivamente.

Já em Santa Isabel, nota-se que na primeira época, os produtos E, H, F, A e B, proporcionaram desempenho econômico positivo, sendo que os três primeiros apresentaram as maiores lucratividades, com valores de R\$ 191,44; R\$ 114,26 e R\$ 81,66 ha⁻¹ respectivamente. Na segunda época, houve rentabilidade positiva para praticamente todos os fertilizantes foliares, com exceção dos tratamentos que receberam a fertilização com os produtos D e G, que apresentaram retorno líquido negativo. Os produtos C e H proporcionaram a maior rentabilidade.

Ao analisar-se a rentabilidade líquida dos três experimentos em conjunto, nota-se que para a primeira época, os tratamentos que receberam a fertilização com os produtos H, F, E, B e A, apresentaram viabilidade econômica em

relação a testemunha nos três locais, com valores médios de renda líquida de R\$ 213,11; R\$ 201,99; R\$ 147,01; R\$ 60,21 e R\$ 47,01 ha⁻¹ respectivamente. Na segunda época, os produtos que se destacaram com renda líquida nos três locais foram o B, F e E, com valores médios de R\$ 142,99; R\$ 117,37 e R\$ 115,89 ha⁻¹ respectivamente.

Valor de renda líquida acima de R\$ 120,00 ha⁻¹, através da utilização de fertilizantes foliares já podem se consideramos interessantes, pois se for adotado o preço da soja de R\$ 61,00 a saca e uma produtividade média de 60 sacas ha⁻¹, isto vai representar um aumento de 2 sacas de soja ha⁻¹, ou seja, 3,3 % a mais de rentabilidade para o produtor. Como a aplicação dos fertilizantes foliares tem sido uma prática agrícola realizada junto a aplicação de outros defensivos, sua utilização se mostra viável para os agricultores, uma vez que não terá gastos excedentes para a sua aplicação.

Vale salientar, que está análise econômica foi realizada baseada com preços de soja de R\$ 61,00 a saca, logo, em anos com preços da soja baixos vai diminuir a renda líquida obtida pelo produtor. Além disso, no estudo não foi considerada o custo da aplicação dos fertilizantes foliares, pois, como comentado anteriormente, geralmente é realizada com outras práticas agrícolas. Porém, em situações onde o produtor necessitar usar a fertilização foliar de forma isolada, este custo de aplicação deve ser considerado, o que influenciará na viabilidade econômica da fertilização foliar.

3.6 CONCLUSÃO

- Os fertilizantes foliares testados a base de N, P, K, S, B, Fe, Mn, Zn, Mo, Cu não promoveram aumento significativo na produtividade da soja.

- Verificou-se que para a maioria dos fertilizantes foliares testados, a aplicação no estágio R2 proporcionou um maior teor foliar de nutrientes do que a aplicação em R5, fato que pode estar ligado à idade das folhas da soja.

- Os teores de clorofila, teor de proteína e teor óleo de soja não foram influenciados pela aplicação dos diferentes fertilizantes foliares testados no estudo.

- Apesar de não haver resposta significativa com relação ao rendimento de grãos com o uso dos fertilizantes foliares, a análise econômica do estudo mostrou que a aplicação de alguns produtos podem incrementar os ganhos do produtor.

4 DESEMPENHO DE SEMENTE DE SOJA EM FUNÇÃO DA ÉPOCA DE APLICAÇÃO DE DIFERENTES ADUBOS FOLIARES NA CULTURA DA SOJA.

4.1 RESUMO

A obtenção de sementes de alta qualidade é fundamental para serem alcançados altos tetos produtivos na cultura da soja. Entretanto, diversos fatores podem afetar a qualidade das sementes, dentre eles a adubação. A busca por novas tecnologias para melhoria da qualidade das sementes, tem sido objetivo constante de produtores e empresas do ramo de produção de sementes, sendo a fertilização foliar uma opção para melhorar o estado nutricional das plantas e conseqüentemente de suas sementes. Objetivou-se neste estudo, verificar o efeito da aplicação de diferentes adubos foliares em duas fases durante o período reprodutivo da soja, sobre a qualidade das sementes produzidas. O experimento foi implantado em dois locais, em delineamento experimental de blocos casualizados em esquema fatorial 9 x 2, com três repetições por tratamento. O primeiro fator foi constituído pelos tratamentos (T), referentes a aplicação dos diferentes fertilizantes foliares sendo: T1-Testemunha, T2-Produto A, T3-Produto B; T4-Produto C; T5-Produto D; T6 – Produto E; T7-Produto F, T8-Produto G e T9-Produto H. O segundo fator foi formado pelas duas épocas de aplicação dos produtos, uma em R2 (pleno florescimento) e a outra em R5 (enchimento de sementes). Após a colheita e trilha das parcelas dos experimentos, a produção foi beneficiada de forma manual, sendo retirada uma amostra de 1,0 kg de cada parcela colhida, que foi enviada para o Laboratório de Sementes do Campus de Dois Vizinhos, onde foram realizadas as seguintes avaliações: percentagem de sementes esverdeadas e de germinação, comprimento radicular de plântulas, comprimento parte aérea de plântulas e massa seca de plântula. Também foram realizados os testes de índice de velocidade de emergência e emergência em campo. A utilização dos fertilizantes foliares e épocas de aplicação estudadas não ocasionaram melhoria na qualidade fisiológica das sementes de soja.

Palavras-chave: *Glycine max*, Adubação foliar, qualidade de semente.

4.2 ABSTRACT

The obtaining high quality seeds is critical to be achieved a high yield in soybean. However, many factors can affect seed quality, among them the fertilization, the search for new technologies to improve seed quality has been a constant goal of producers and companies in the seed production sector, the foliar fertilization is an option to improve the nutritional status of plants and consequently their seeds. The objective of this study was to verify the effect of different foliar fertilizers in two phases during the reproductive period of soy about the produced seed quality. The experiment was deployed in three locations, in experimental delimitation of randomized block in factorial plan 9 x2, with three replicates per treatment. The first factor relates to the treatment (T) regarding the application of different foliar fertilizers are: T1- Attestant, T2-Product A, T3- Product B; T4- Product C; T5- Product D; T6 – Product E; T7- Product F, T8-Product G e T9-Product H. The second factor refers to the two times of application of the product, one in R2 (full bloom) and the other in R5 (grain filling). After harvesting and part of the experiments, the production was manually benefited and withdrawing a sample of 1.0 kg each harvested part, which was sent to the Seed Laboratory in Campus of Dois Vizinhos, where the following evaluations were conducted: percentage of greeny seeds and germination, root length of seedling, air part length of seedlings, dry weight of seedling. Also was realized the tests of speed index emergency and emergence in the field. The use of foliar fertilizers and application times studied did not cause improvement in physiological quality of soybean seeds.

Keywords: *Glycine max*, Foliar fertilization, seed quality

4.3 INTRODUÇÃO

A semente pode ser considerada como o insumo agrícola de maior importância, representando a base do processo produtivo, uma vez que conduz ao campo as características genéticas determinantes do desempenho da cultivar. Da mesma forma, contribui decisivamente para o sucesso do estabelecimento do estande (MARCOS FILHO, 2005).

A qualidade fisiológica diz respeito a atributos intrínsecos à semente, os quais determinam a capacidade potencial em gerar uma nova planta, perfeita e vigorosa, sob condições favoráveis ou não de desenvolvimento (AMBROSANO et al., 1999).

O emprego de sementes de soja com germinação e vigor comprometidos, pode propiciar a obtenção de população de plantas inadequada. Assim, prejudicando o estande inicial e o desenvolvimento da lavoura, que certamente acarretará em redução na produtividade, ocasionando prejuízos para o produtor (COSTA et al., 2001).

Uma das etapas mais importantes na produção de soja é a obtenção de sementes de alta qualidade, porém, diversos fatores afetam a qualidade das sementes, destacando-se a adubação (SÁ, 1994). O estado nutricional de uma planta determina o de suas sementes e, conseqüentemente o vigor de seus descendentes por várias gerações. Plantas superiores alocam uma quantidade desproporcional de nutrientes minerais para suas sementes (EPSTEIN E BLOOM, 2006).

A disponibilidade de nutrientes influencia a formação do embrião e dos cotilédones, com resultados eficazes no vigor e na qualidade fisiológica. Atuam principalmente na constituição das membranas e no acúmulo de carboidratos, lipídeos e proteínas (TEIXEIRA et al., 2005). Esses nutrientes armazenados na semente, são fundamentais para suprir os elementos necessários para o estabelecimento da plântula em seus estádios iniciais.

O crescimento e busca por novas tecnologias visando melhoria na qualidade das sementes e conseqüentemente um aumento na produtividade da cultura da soja, vem-se buscando suprir as necessidades nutricionais nas etapas

mais importantes da cultura, sendo uma opção a fertilização foliar com macro e micronutrientes. (SUZANA et al., 2012).

Em contrapartida, Carvalho e Nakagawa (2000), ressaltam que em campos para produção de sementes, experimentos relacionados à nutrição de plantas são escassos. Deste modo, é importante a realização de trabalhos que relacionem adubação, nutrição de plantas produtoras de sementes e a qualidade fisiológica das mesmas.

Neste contexto, o presente estudo teve por objetivo, verificar as possíveis influências dos diferentes nutrientes aplicados via foliar em duas fases distintas durante o período reprodutivo da soja, sobre a qualidade das sementes produzidas.

4.4 MATERIAL E MÉTODOS

4.4.1 Localização e Caracterização das áreas experimentais

O presente trabalho foi dividido em dois ensaios de campo, realizados em diferentes locais do estado do Paraná. Um na região Sudoeste, no município de Santa Isabel do Oeste e o outro na região Oeste do estado, no município de Capitão Leônidas Marques. Segundo a Classificação de Koppen, em Santa Isabel do Oeste predomina o clima Cfb e Cfa para Capitão Leônidas Marques (MAACK, 1968).

A condução experimental em campo, se deu na safra 2013/14 em lavouras de soja pertencentes a agricultores cooperados da Coopavel Cooperativa Agroindustrial. Foi realizada previamente, a amostragem de solo de todas as áreas, para caracterização química e física do solo de cada local, em coletadas de 0-10, 10-20 e 20-40 cm de profundidade. A época de semeadura foi realizada em conformidade com o zoneamento agrícola de cada cidade. A Tabela 26, apresenta as coordenadas de localização e a altitude da área dos experimentos, assim como as características físicas do solo de cada local.

Tabela 26. Localização geográfica e características físicas do solo⁽¹⁾ dos locais dos experimentos do estudo "Desempenho de sementes de soja em função da época de aplicação de diferentes adubos foliares na cultura da soja". UTFPR, Pato Branco, 2015

Local (Paraná)	Latitude Sul	Longitude Oeste	Altitude (m)	Areia ----- % -----	Silte	Argila
Capitão L. Marquês	25°29'20"	53°37'15"	320	15	20	65
Santa Isabel	25°50'40"	53°28'31"	509	15	25	60

⁽¹⁾Efetuada no laboratório da Solanálise LTDA - Cascavel PR.

O solo da microrregião onde estão inseridos os municípios onde foram implantados os experimentos, é classificado como Latossolo Vermelho Distroférrico, de textura argilosa (EMBRAPA, 2006). As lavouras escolhidas para instalação dos experimentos são conduzidas sob semeadura direta a mais de dez anos.

Nas Tabelas 27 e 28 são apresentadas as características químicas do solo para cada local.

Tabela 27. Caracterização química dos solos⁽¹⁾ (teores de macronutrientes, acidez potencial, saturação por bases e alumínio) dos locais onde foram implantados os experimentos do estudo “Desempenho de sementes de soja em função da época de aplicação de diferentes adubos foliares na cultura da soja”. UTFPR, Pato Branco, 2015.

Local	Camada	P	S	H+Al ⁺	Al ³⁺	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	SB	T	V	Al
		---mg dm ⁻³ ---			----- cmol _c dm ⁻³ -----						----- % -----	
Capitão	0-10	8,37	3,74	5,35	0,00	0,44	7,19	2,11	9,74	15,09	64,55	0,00
	10-20	4,28	5,06	4,96	0,00	0,25	7,02	2,11	9,38	14,34	65,41	0,00
	20-40	2,05	8,03	4,28	0,00	0,13	5,88	1,83	7,84	12,12	64,69	0,00
Santa Isabel	0-10	11,53	3,96	6,21	0,07	0,25	6,40	2,33	8,98	15,19	59,12	0,77
	10-20	5,70	4,29	5,76	0,07	0,18	4,54	1,98	6,70	12,16	53,77	1,03
	20-40	2,36	4,84	5,76	0,05	0,13	4,13	2,11	6,37	12,13	52,51	0,78

*H+Al: Acidez potencial (Tampão SMP); Al³⁺: Alumínio; Ca²⁺: Cálcio; Mg²⁺: Magnésio (Kcl); K⁺: Potássio; P: Fósforo (Mehlich 1); S: Enxofre – SO₄²⁻ (Fosfato de cálcio); SB: Soma de Bases; T: Capacidade de troca Catiônica; V: Saturação por bases; Al: Saturação por Alumínio.

⁽¹⁾ Efetuadas no laboratório da Solanálise LTDA - Cascavel PR.

Tabela 28. Caracterização química dos solos⁽¹⁾ dos locais (teores de micronutrientes, pH do solo e matéria orgânica) dos locais onde foram implantados os experimentos do estudo “Desempenho de sementes de soja em função da época de aplicação de diferentes adubos foliares na cultura da soja”. UTFPR, Pato Branco, 2015.

Local	Camada	pH CaCl ₂	MO	Cu	Mn	Fe	Zn	B
		0,01 mol L ⁻¹	g dm ⁻³	----- mg dm ⁻³ -----				
Capitão	0-10	5,30	33,02	10,86	4,06	22,65	4,06	0,31
	10-20	5,10	24,51	10,03	2,85	30,02	2,85	0,35
	20-40	5,10	12,64	10,58	1,27	29,44	1,27	0,16
Santa Isabel	0-10	4,80	37,41	5,31	15,42	54,56	3,51	0,24
	10-20	5,00	25,28	4,80	14,52	33,62	1,57	0,21
	20-40	5,00	22,70	4,81	0,99	38,40	0,99	0,45

*pH do Solo (Cloreto de Cálcio); M. O.: Matéria Orgânica (Bicromato), Fe: Ferro, Mn: Manganês; Cu: Cobre; Zn: Zinco (Mehlich); B: Boro (HCl 0,05 N).

⁽¹⁾ Efetuadas no laboratório da Solanálise LTDA - Cascavel PR.

4.4.2 Delineamento experimental

Os ensaios de campo foram implantados em delineamentos experimentais de blocos ao acaso, em esquema fatorial 9 x 2, com três repetições. O primeiro fator, com nove níveis, refere-se à aplicação de fertilizantes foliares, sendo uma testemunha (sem fertilizante foliar) e oito diferentes produtos comerciais (Produto A; Produto B; Produto C; Produto D; Produto E; Produto F, Produto G e Produto H), que estão especificados na Tabela 29. O segundo fator com dois níveis, foi composto pelas duas épocas de aplicação dos produtos, uma em R2 (final de florescimento) e a outra em R5 (início de formação de grão). Os 18 tratamentos (9x2), foram compostos pela combinação dos nove níveis de fertilizantes foliares e

pelas duas épocas de aplicação.

As 54 unidades experimentais (UE), (18 tratamentos x três repetições) foram constituídas de sete linhas de semeadura, com seis metros de comprimento e espaçamento de 0,45 m entre si, perfazendo uma área total de 18,9 m². As unidades de observação (UO) foram compostas pelas cinco linhas centrais, ou seja, foram eliminadas as duas linhas laterais, além de um metro em cada uma das extremidades das parcelas, totalizando uma área útil de 9,0 m².

4.4.3 Descrição dos fertilizantes foliares

Na Tabela 29, estão apresentados os fertilizantes foliares comerciais que fizeram parte dos experimentos, bem como suas respectivas características técnicas, fornecidas pelos seus fabricantes.

Tabela 29. Descrição das características técnicas dos fertilizantes foliares utilizados para realização do estudo “Desempenho de sementes de soja em função da época de aplicação de diferentes adubos foliares na cultura da soja”. UTFPR, Pato Branco, 2015.

Produto	Garantias (%)	Dose ha ⁻¹
A	N: 32	5,0 L
B	N: 33	5,0 L
C	N: 1,73; K ₂ O: 5; S: 2,1; B: 0,08; Fe: 0,49; Mn: 1,0; Zn: 2,43; Carbono Orgânico: 3,5	0,23 L
D	N: 8; P ₂ O ₅ : 5; K ₂ O: 1,0; Mg: 0,5; S: 1; Mn: 1,5; Mo: 0,01; Zn: 0,5 B: 0,5; *Aa: 3 (ácido glutâmico)	2,0 L
E	K ₂ O: 50, S:16	1,6 kg
F	P ₂ O ₅ : 40, K ₂ O: 50, *Aa	0,33 L
G	B: 2,5; Cu: 4; K ₂ O: 2,4; N: 4; P ₂ O ₅ : 7,5; *Aa	0,33
H	N 10%, S 11,4%	2,0 L

*Aa: Aminoácidos

4.4.4 Condução dos ensaios

Os ensaios foram implantados na safra agrícola de verão 2013/2014, em sistema de semeadura direta, sobre palhada de trigo. A semeadura realizada em Capitão Leônidas Marquês foi no dia 20/10/13 e em Santa Isabel do Oeste, no dia 28/10/13. Nos dois ensaios, utilizou-se sementes do mesmo lote da cultivar de soja BMX TURBO RR, que segundo o seu obtentor, possui crescimento indeterminado e ciclo precoce, em torno de 120 dias de maturação (BRASMAX, 2015). A densidade de semeadura utilizada foi de 26,5 sementes m⁻², seguindo-se a recomendação do obtentor. Na Tabela 30, apresenta-se a caracterização inicial do lote de sementes utilizado.

Tabela 30. Caracterização inicial do lote de sementes utilizado para implantação dos ensaios do estudo “Desempenho de sementes de soja em função da época de aplicação de diferentes adubos foliares na cultura da soja”. UTFPR, Pato Branco, 2015.

Porcentagem de Germinação (%)	Emergência á campo (%)	Peneira	Massa de mil sementes (g)
90	90	6,5	190

Como adubação de base, aplicou-se a dose de 300 Kg ha⁻¹ da fórmula comercial 02-20-20 (N-P₂O₅-K₂O) mistura de grânulos, para todos os tratamentos e em todos os ensaios. Para realização da semeadura foram utilizadas semeadora-adubadoras tratorizadas com sete linhas, equipadas com mecanismos de distribuição de sementes, com discos alveolados horizontais e mecanismos depositores de fertilizantes com sulcadores.

A aplicação dos fertilizantes foliares testados foi realizada de forma manual, com a utilização de um pulverizador costal propelido com CO₂, sendo as aplicações realizadas em duas épocas, uma em R2 (final de florescimento) e a outra em R5 (início de formação de grão). Os demais tratamentos culturais necessários durante a condução dos experimentos foram aplicados de forma mecanizada, utilizando-se pulverizadores tratorizados e estão apresentados na Tabela 31.

Tabela 31. Descrição dos tratamentos culturais realizados durante os ensaios do estudo “Desempenho de sementes de soja em função da época de aplicação de diferentes adubos foliares na cultura da soja”. UTFPR, Pato Branco, 2015.

Local	Aplicações	Produto Comercial	Princípio Ativo	Dose (Lha ⁻¹)	Data de aplicação	Finalidade de controle
Capitão	Herbicidas	Zapp®	Glifosato	2,0	05 e 20/11	Ervas em geral
		Atabron®	Clorfluazurom	0,1	20/11	Lagartas
	Inseticidas	Engeo Pleno®	Lambda-cialotrina e tiametoxan	0,8	20/12	Percevejo
		Belt®	Flubendiamida		20/12 e 10/01	Lagartas
		Talisman®	Bifentrina/Carbosulfano	0,6	10/01 e 25/01	Percevejo
	Acaricidas	Oberon®	Espiromesifeno	0,25	20/12 e 10/01	Ácaros
		Bendazol	Carbendazin	0,5	20/11/13	DFCs e oídio
	Fungicidas	Sphere max®	Ciproconazol/trifloxistrobin	0,16	20/12/13	Ferrugem
		Priori Xtra	Ciproconazol/Azoxystrobin	0,30	10/01/14	Ferrugem
	Santa Isabel	Herbicidas	Zapp®	Glifosato	2	10/11 e 27/11
Atabron®			Clorfluazurom	0,1	27/11	Lagartas
		Nomolt®	Teflubenzuron	0,12	27/12	Lagartas
Inseticidas		Orthene®	Acephato	1,25	27/12	Percevejo
		Connect®	Beta-ciflutrina e Imidacloprid	0,8	15/01 e 01/02	Percevejo
		Belt®	Flubendiamida	0,06	15/01	Lagartas
Acaricidas		Oberon®	Espiromesifeno	0,3	15/01	Ácaros
Fungicidas		Bendazol®	Carbendazin	0,5	27/11	DFCs e oídio
		Sphere Max®	Ciproconazol/trifloxistrobin	0,16	27/12 e 15/01	Ferrugem

Durante o período de condução dos ensaios, foram coletados os índices pluviométricos em cada local para caracterização do regime pluviométrico. Na Figura 2, são apresentadas as médias quinzenais dos volumes pluviométricos dos dois ensaios.

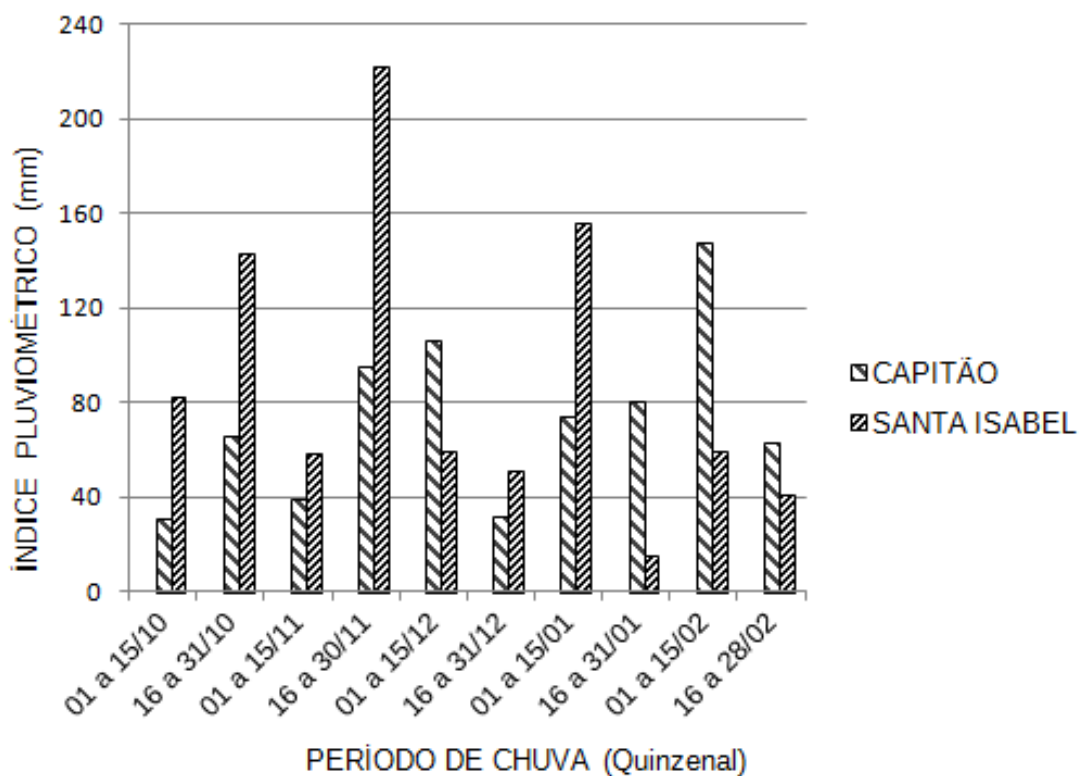


Figura 2. Médias quinzenais dos índices pluviométricos (mm) do período entre agosto de 2013 e fevereiro de 2014 de cada local, durante os experimentos do estudo “Desempenho de sementes de soja em função da época de aplicação de diferentes adubos foliares na cultura da soja”. UTFPR, Pato Branco, 2015.

4.4.5 Avaliações

Após a colheita e trilha das parcelas, a produção foi beneficiada de forma manual, com a finalidade de retirar as impurezas e padronizar as características físicas das sementes. Em seguida, retirou-se uma amostra de 1,0 kg de cada parcela colhida, a qual se constitui em uma amostra média de sementes de unidade de observação. Esta amostra foi enviada para o Laboratório de Sementes do Campus Dois Vizinhos, onde após a homogeneização e retirada da amostra de trabalho, foi determinado o teor de água das sementes. As amostras que tinham teores de umidade acima 13%, foram postas para secar em estufa de secagem na temperatura de 45 °C, com circulação forçada de ar.

Após a padronização anterior, foram feitas as seguintes determinações:

- **Percentagem de sementes esverdeadas (SV, %)**, foi efetuada a partir de uma amostra de 50 gramas tomada ao acaso da amostra média, onde cortou-se as sementes transversalmente no sentido do eixo embrionário. Foram consideradas como sementes verdes, aquelas que apresentaram mais de 25 % da área esverdeada conforme avaliação visual. O resultado foi expresso em percentagem;

- **Percentagem de germinação (PG, %)**, teste conduzido de acordo com as regras de análises de sementes (RAS) Brasil (2009), com quatro repetições de 100 sementes para cada UE. Inicialmente, as sementes foram submetidas a uma assepsia em solução de hipoclorito de sódio 2,5% por cinco minutos e em seguida em papel toalha, retirou-se o excesso de umidade. Após, as sementes foram semeadas em substrato rolo de papel germiteste, embebido com 2,5 vezes o seu peso em água. Em seguida os quatro rolos representantes de cada UE, foram acondicionados em um filme plástico para evitar perda de água e colocados para germinarem em câmara de germinação do tipo Mangelsdorf, na temperatura de 25 °C, sem luz. A reposição de água foi realizada conforme a necessidade. Realizou-se a contagem final aos 8 dias e o resultado foi expresso em percentagem de plantas germinadas;

- **Emergência em campo (EC, %)**, a emergência das plântulas em campo, foi realizada com 4 subamostras de 100 sementes para cada tratamento e repetição de campo, baseada na metodologia proposta por Nakagawa (1994), para o teste de emergência em areia. Distribuiu-se as sementes em sulcos com 1,0 m de comprimento, na profundidade de 3,0 cm, com espaçamento entre linhas de 0,15 m. A contagem final foi realizada aos 14 dias após a semeadura. Considerou-se as plântulas que atingiram o estágio VC, as que apresentavam os cotilédones acima da superfície do solo e com as folhas unifoliadas com as margens não mais se tocando, de acordo com a caracterização realizada por Costa e Marchezan (1982). Os resultados foram expressos em percentagem;

- **Índice de velocidade de emergência (IVE)**, teste realizado conjuntamente com o teste de emergência em campo, determinado pela contagem das plântulas emergidas. Realizado diariamente até que o número de plântulas emergidas se apresentasse constante. Cada planta foi considerada emergida a partir

do instante em que ela rompeu o solo, podendo ser vista a olho nu, de algum ângulo qualquer. A partir dessas contagens, expressou-se o índice de velocidade de emergência de plântulas (IVE), utilizando-se a equação $IVE = (E1/N1) + (E2/N2) + (En/Nn)$, adaptada de Maguire (1962).

Em que:

IVE = índice de velocidade de emergência;

E1, E2, En = número de plantas emergidas, na primeira, segunda, ..., última contagem;

N1, N2, Nn = número de dias da sementeira à primeira, segunda, ..., última contagem;

- **Teste de comprimento de plântulas.** Conduzido para cada tratamento e repetição de campo, sendo realizado conforme os procedimentos descritos por Nakagawa (1999), adaptados de AOSA (1983). Quatro repetições de 10 sementes foram postas com a micrópila voltada para baixo, em uma linha traçada no terço superior de um papel germitest no sentido longitudinal. Após umedecimento equivalente a 2,5 vezes a massa seca do papel, foram feitos rolos que foram acondicionados em papel filme, posicionados verticalmente em câmara germinadora tipo Mangelsdorf por sete dias em temperatura de 25° C. Ao final deste período, efetuou-se a medida das partes das plântulas normais germinadas (raiz primária e hipocótilo) utilizando-se uma régua. Os resultados médios por plântulas foram expressos em centímetros;

- **Massa seca de plântulas (MSP, mg)**, as plântulas normais, obtidas a partir do teste de comprimento de plântulas, sendo excluídos os cotilédones, foram acondicionadas em sacos de papel kraft e após identificados, levados à estufa com circulação de ar forçada, mantida à temperatura de 80°C por um período de 24 horas (NAKAGAWA, 1999). Após este período, pesou-se cada repetição em balança com precisão de 0,001g, para determinação de sua massa. Os resultados médios foram expressos em miligramas por plântula.

4.4.2 Análise dos dados

Após a tabulação, os dados do estudo foram submetidos à análise de

variância e as médias entre os tratamentos foram comparadas pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade. Testou-se os pressupostos do modelo matemático, onde os caracteres expressos em percentagem de um número foram transformados em arco seno antes das análises. Os resultados apresentados referem-se aos dados originais, sem transformação. Para realização das análises utilizou-se o programa estatístico Genes (CRUZ, 2006).

4.5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 32, é apresentado o resumo da análise de variância conjunta para as variáveis que estão relacionadas à qualidade da semente de soja. Observa-se, que houve interação significativa entre local e produto, somente para a variável emergência em campo (EC). Ainda para esta mesma variável e IVE, foi observado efeito de época de aplicação dos fertilizantes foliares. Para as demais variáveis não foram verificados efeitos de fertilizantes foliares e de épocas de aplicação. Nota-se que houve significância quanto aos locais avaliados para todas as variáveis, porém não serão enfatizados e comparados entre si, pois não é o objeto do presente trabalho.

Tabela 32. Resumo da análise de variância conjunta entre os locais para as variáveis, percentagem de sementes esverdeadas (SV, %), comprimento radicular de plântulas (CRP, mm), comprimento parte aérea de plântula (CAP, mm), massa seca de plântula (MSP, g), percentagem de germinação (PG,%), índice de velocidade de emergência em campo (IVE) e percentagem de emergência a campo (EC, %), incluindo fonte de variação (FV), graus de liberdade (GL) e quadrado médio (QM), de sementes oriundas de soja submetida à aplicação de diferentes fertilizantes foliares em duas épocas de aplicação na fase reprodutiva. UTFPR, Pato Branco, 2015.

FV	GL	QM						
		GV	CRP	CAP	MSP	PG	IVE	EC
BlocoxLocal	4	0,008 ^{ns}	4,97 ^{ns}	53,54 ^{**}	505,80 ^{**}	0,0246 ^{**}	5,32 [*]	0,023 ^{**}
Local (L)	1	0,349 ^{**}	77,96 ^{**}	96,62 ^{**}	2192,76 ^{**}	1,2784 ^{**}	325,65 ^{**}	1,635 ^{**}
Época (E)	1	0,000 ^{ns}	0,07 ^{ns}	0,39 ^{ns}	2,80 ^{ns}	0,0003 ^{ns}	7,40 [*]	0,024 [*]
Produto (P)	8	0,004 ^{ns}	1,64 ^{ns}	1,20 ^{ns}	4,88 ^{ns}	0,0061 ^{ns}	1,28 ^{ns}	0,003 ^{ns}
LxE	1	0,003 ^{ns}	1,93 ^{ns}	6,24 ^{ns}	31,96 ^{ns}	0,0026 ^{ns}	1,03 ^{ns}	0,002 ^{ns}
LxP	8	0,003 ^{ns}	1,04 ^{ns}	3,95 ^{ns}	18,88 ^{ns}	0,0030 ^{ns}	2,98 ^{ns}	0,013 [*]
ExP	8	0,005 ^{ns}	1,22 ^{ns}	1,52 ^{ns}	28,33 ^{ns}	0,0036 ^{ns}	2,27 ^{ns}	0,008 ^{ns}
LxExP	8	0,002 ^{ns}	0,67 ^{ns}	1,69 ^{ns}	21,09 ^{ns}	0,0033 ^{ns}	1,47 ^{ns}	0,005 ^{ns}
Resíduo	68	0,005	1,09	2,21	29,64	0,0060	1,50	0,005
Média	-	9,6	18,04	15,44	49,9	89,0	12,8	70
Cv (%)	-	24,7	5,8	9,6	10,9	6,2	9,5	7,2

^{*}Significativo pelo teste F (P<0,05); ^{**} Significativo pelo teste F (P<0,01); ^{ns} não significativo

Na Tabela 33, são apresentados os valores relativos das médias para as variáveis, percentagem de sementes esverdeadas (SV), comprimento radicular de plântulas (CRP), comprimento parte aérea de plântula (CAP), massa seca de plântula (MSP), percentagem de germinação (PG) e índice de velocidade de emergência em campo (IVE).

Na avaliação de SV, nota-se que o valor médio entre os tratamentos

estudados foi de 9,6 %. Em estudos realizados por Pádua et al. (2007), com sementes de soja com 12 índices de sementes esverdeadas (0%, 3%, 6%, 9%, 12%, 15%, 20%, 30%, 40%, 50%, 75% e 100%), verificaram que houve redução linear de viabilidade e vigor da semente conforme aumentou os índices de semente esverdeada. Ainda neste estudo, concluiu-se que lotes de semente de soja, submetidos a estresses ambientais durante as fases de maturação e pré-colheita e que apresentem mais de 9% de SV, não devem ser utilizados para a semeadura.

Dessa forma, fazendo-se a comparação dos valores obtidos de SV (Tabela 33), nota-se que estes ficaram acima ou bem próximo desse limite de 9% para a maioria dos tratamentos, o que certamente afetou a qualidade das sementes obtidas. Segundo Marcos Filho (2005), durante o período de maturação da soja, estresses ambientais ocasionados por altas temperaturas, principalmente quando associados a veranicos, podem causar prejuízos severos à qualidade das sementes. Nessa fase, ocorrem a translocação muito rápida das reservas e as menores taxas de fotossíntese, impedindo a degradação completa da clorofila, que resulta na produção de sementes esverdeadas e de baixa qualidade.

De acordo com França et al. (2005), estas sementes com coloração intensa de verde ou mesmo esverdeadas, geralmente apresentam elevados índices de deterioração, que podem levar a redução da germinação, do vigor e da viabilidade de lotes de semente de soja.

Tabela 33. Médias dos dois locais para as variáveis, percentagem de sementes esverdeadas (SV%), comprimento radicular de plântula (CRP, cm), comprimento da parte aérea de plântula (CAP, cm), massa seca de plântulas (MSP, mg) e Índice de velocidade de emergência (IVE) de sementes oriundas de soja submetida à aplicação de diferentes fertilizantes foliares em duas épocas de aplicação na fase reprodutiva. UTFPR, Pato Branco, 2015.

Produto	SV	PG	CRP	CAP	MSP	IVE
Testemunha	10,0	86	17,47	15,89	50,7	12,3
A	8,3	87	17,52	15,37	50,9	12,8
B	8,0	90	18,25	15,09	49,7	13,1
C	9,2	89	18,32	15,44	49,6	13,1
D	11,1	88	18,02	15,33	48,9	13,0
E	8,5	90	18,25	15,32	49,5	13,3
F	9,2	90	18,52	15,30	50,1	12,5
G	12,1	87	17,80	15,23	50,3	12,7
H	9,7	90	18,21	16,06	50,3	13,2
Época	Médias					
1 ^a	9,5	89	18,07	15,39	50,2	13,2 a
2 ^a	9,6	88	18,01	15,51	49,8	12,6 a
Média	9,6	89	18,04	15,45	50,0	12,9
Cv (%)	24,7	9,2	5,8	9,6	10,9	9,5

As médias não diferiram estatisticamente pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade.

Para PG, conforme a Tabela 33, nota-se que a média entre os tratamentos foi de 89%, ficando esse percentual acima do exigido para a comercialização de semente no estado do Paraná, que segundo Krzyzanowski (1991) é de 80 %.

Vários outros autores também não encontraram efeitos da aplicação de nutrientes às plantas na germinação das sementes produzidas. Ambrosano et al. (1999), avaliando o efeito da adubação com micronutrientes na qualidade de sementes do feijoeiro, observaram que os tratamentos não influenciaram a percentagem de germinação de plântulas normais. Teixeira et al. (2005) em feijão, a aplicação foliar de manganês e zinco, não influenciou na germinação das sementes produzidas. Conforme Kappes (2008) a aplicação de diferentes doses de Boro via foliar em V5, V9 e R3, não ocasionou melhoria na qualidade de sementes de soja, determinado pelo teste de germinação. De acordo com Silva et al. (2006), em estudo realizado com aplicação foliar de Ca e B no feijoeiro, não verificaram efeito da aplicação desses nutrientes para percentagem de germinação. No entanto, os autores verificaram que a aplicação de Ca aumentou o vigor das sementes de feijão, revelados pelos testes de primeira contagem de germinação e condutividade elétrica.

Porém, esse mesmo comportamento não foi observado por Carvalho (2013), que em estudo com aplicação de Mn via foliar, verificou aumento no poder germinativo das sementes de soja até a dose de 300 g Mn ha⁻¹. Concordando com este, Mann et al. (2002), também verificaram aumentos na germinação de sementes com aplicação de Mn via foliar. Segundo Ascoli et al. (2008), a aplicação foliar de Molibdênio aos 26 DAE, aumentou a percentagem de germinação de sementes do feijão após serem armazenadas por seis meses.

O teste de germinação é realizado em condições favoráveis e ótimas para a espécie, largamente utilizado para a avaliação da qualidade fisiológica de sementes, todavia, pode não refletir o comportamento desta espécie no campo, assim como não detectar estágios avançados de deterioração (FRANÇA NETTO et al., 1986). Segundo Marcos filho (1999), o teste de germinação, por ser conduzido sob condições totalmente favoráveis para a espécie, não é capaz de indicar o real estado de deterioração em que as sementes encontram-se, podendo superestimar o

potencial fisiológico destas.

Analisando-se na Tabela 33, os resultados obtidos para as variáveis comprimento radicular, comprimento de parte aérea e massa seca de plântulas, verificou-se que a média para estas foram de 18,04 cm, 15,45 cm e 50 mg. De acordo com Krzyzanowski et al. (1999) e Nakagawa (1999), o objetivo principal dos testes que avaliam a massa seca e comprimento de plântulas é estimar o vigor relativo do lote de sementes. Segundo Dan et al. (1987), sementes vigorosas originam plântulas com altas taxas de crescimento e capacidade de transformação, maior suprimento de reservas dos tecidos de armazenamento, além de elevada incorporação destes pelo eixo embrionário.

Resultados semelhantes foram encontrados por Deuner (2013), que avaliou a utilização de diferentes manejos nutricionais na cultura da soja, dentre eles, a aplicação de Co e Mo via semente e complexos nutricionais a base de macro e micronutrientes via foliar. Estes manejos nutricionais não ocasionaram melhoria na qualidade de sementes pelo teste de comprimento radicular e parte aérea de plântula.

De acordo com Bevilaqua et al. (2002), em estudo com a aplicação via foliar de Ca e B, não foi observada resposta para massa seca de plântula. Porém, Vieira et al (2001), avaliando o efeito de diferentes doses de bioestimulante (Stimulate®) via tratamento de semente de soja, observou resposta significativa para massa seca de plântula.

Avaliando o efeito da aplicação foliar de macro e micronutrientes em três cultivares de soja, Suzana et al. (2012), observaram que apenas para a cultivar BMX Força, houve melhoria na qualidade fisiológica das sementes pelos testes de comprimento de parte aérea e massa seca de plântula. No entanto, para o teste de comprimento radicular de plântula não houve resposta da aplicação dos foliares para nenhuma cultivar.

Ainda na Tabela 33, nota-se que não foi verificada respostas da aplicação de fertilizantes foliares e épocas de aplicação sobre o IVE, sendo que, obteve-se valores nominais médios de 12,9 entre os tratamentos. Para Nakagawa (1999), o teste de velocidade de emergência é baseado no princípio que aqueles lotes que apresentam maior velocidade de germinação, são os mais vigorosos. O

autor relata que lotes com percentagem de germinações semelhantes, frequentemente mostram diferenças em suas velocidades de germinação, caracterizando que existem diferenças de vigor entre eles.

Concordando com este estudo, Kappes et al. (2008) avaliando o efeito da aplicação foliar de B na cultura da soja, não verificaram respostas significativas para o IVE. Resultados semelhantes foram encontrados por Ascoli et al. (2008), que trabalhando com a aplicação foliar de Mo em feijoeiro irrigado, não encontraram diferença significativa para IVE. Entretanto, Golo et al. (2009), em trabalho realizado com a aplicação foliar de Co e Mo em soja, com inoculação e sem inoculação de sementes, encontraram resultados que discordam deste trabalho. Os autores verificaram que nos tratamentos onde foram realizados a inoculação de sementes à aplicação foliar de CoMo, proporcionou maiores índices de velocidade de germinação.

Na Tabela 34, são apresentados os valores relativos à comparação das médias para a variável EC. Nota-se, que houve diferença significativa entre os tratamentos que receberam a aplicação de fertilizantes foliares para os dois locais estudados. Para o local Capitão, todos os tratamentos com exceção dos que receberam a aplicação do produto G não se diferenciaram da testemunha. Contudo, os fertilizantes foliares B, F e E, tiveram os maiores valores nominais de taxa de EC. O tratamento com o produto G, apresentou a menor taxa de EC (75%), sendo inclusive menor do que a testemunha (80%). Porém, ao serem comparados os tratamentos que receberam a aplicação de fertilizantes foliares com a testemunha, verificou-se que não houve respostas quanto à aplicação desses produtos para esta variável.

Já para o local Santa Isabel, o tratamento com o produto F, foi o que apresentou a menor EC, com valor nominal de 53%. O tratamento com o fertilizante foliar D foi o que apresentou o maior valor nominal de EC (64%), sendo este o único tratamento que se diferenciou da testemunha.

No entanto, ao compararmos os percentuais de viabilidade obtidos neste teste, com os valores médios de PG de 89% (Tabela 33), fica evidente que os lotes de sementes obtidos no experimento de Santa Isabel apresentaram baixo vigor. De acordo com Scheeren et al. (2010), em estudo avaliando o efeito de dois

níveis de vigor de sementes na produtividade da soja, consideraram como lotes de alto vigor aqueles que apresentaram valores de EC acima de 90 % e baixo vigor os lotes com níveis de EC menor que 75%. Dessa forma, não pode-se afirmar que houve melhoria na qualidade de sementes de soja pela utilização do fertilizante foliar D, pois os valores de EC de 64%, indica um baixo vigor da semente, que possivelmente pode ter influenciado os resultados obtidos.

Tabela 34. Médias de cada local, para a variável porcentagem de emergência em campo (EC, %), de sementes oriundas de soja submetida à aplicação de diferentes fertilizantes foliares em duas épocas de aplicação na fase reprodutiva. UTFPR, Pato Branco, 2015.

Produto	EC		Média
	Capitão	Santa Isabel	
Testemunha	80 ab	56 bc	68
A	81 ab	58 abc	70
B	85 a	58 abc	72
C	82 ab	60 ab	71
D	78 ab	64 a	71
E	83 a	60 ab	72
F	85 a	53 c	69
G	75 b	62 ab	69
H	81 ab	62 ab	72
Época	Médias		
1 ^a	82	61	72 a
2 ^a	80	57	69 a
Média	81	59	70
Cv (%)	7,2		

Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Em estudo realizado por Bevilaqua et al. (2002), avaliando a qualidade de sementes de soja em função da aplicação foliar de Ca e B, não observaram resposta sobre a emergência a campo (21 DAS) e 1^a contagem de emergência (5 DAS). Resultados semelhantes foram obtidos por Possenti e Villela (2010), em trabalho realizado com aplicação de Mo via foliar e tratamento de semente na cultura da soja, não verificaram resposta significativa para EC.

Entretanto, Guerra et al., (2006) avaliando a qualidade fisiológica de sementes de soja em função da adubação com molibdênio, em um Latossolo Vermelho Distroférico, na região dos Cerrados, concluíram que a aplicação via sementes proporcionou aumento na emergência de plântulas em campo e na germinação.

De acordo com Mascarello et al. (2012), a aplicação foliar de Supa

Moly CoMo® (Mo: 25%, Co: 2%) 28 DAS, não influenciou a qualidade fisiológica das sementes de feijão, determinada pelos testes de emergência a campo, índice de velocidade de germinação, teste de germinação e envelhecimento acelerado. Resultados semelhantes foram obtidos por Silva et al. (2007), em trabalho realizado na cultura do feijão, também não encontraram significativa da aplicação de micronutrientes via solo e foliar na qualidade fisiológica da semente.

Zucareli (2005), comenta que o efeito da nutrição das plantas na qualidade da semente, possa ser observado somente após algum período de armazenamento das semente. Dessa forma, seria interessante em estudos futuros avaliações referentes a qualidade fisiológica das sementes após um período de armazenamento. Assim, buscar-se-ia saber se existem possíveis respostas positivas da aplicação de fertilizantes foliares durante a produção de sementes de soja, sobre a sua longevidade ou capacidade de armazenamento.

4.6 CONCLUSÃO

Mediante as condições em que foi realizado o presente trabalho, permite-se concluir que:

- A aplicação dos fertilizantes foliares testados mesmo em diferentes épocas (R2 e R5), não influenciou a qualidade fisiológica das sementes de soja produzidas;

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Nas últimas safras, têm sido observado um aumento na utilização de fertilizantes foliares por parte dos produtores, devido à valorização no preço da soja e busca por incremento na produtividade. Porém, na maioria das vezes essa aplicação é realizada de forma indiscriminada, sem critérios técnicos que justifiquem a sua utilização, acarretando em gastos desnecessários.

Por meio desta pesquisa, foi possível observar que a aplicação dos fertilizantes foliares comerciais estudados, não proporcionou respostas significativas no rendimento de grãos e melhoria na qualidade das sementes de soja. A falta de resposta dos produtos, possivelmente está relacionada às boas condições de fertilidade de solo nos locais dos experimentos, onde os teores dos nutrientes estavam de acordo com o nível de exigência da cultura.

No entanto, vale salientar que através das análises foliares, ficou evidente que os produtos utilizados proporcionaram incremento nos teores foliares para a maioria dos nutrientes. Isso mostra que a fertilização foliar é eficiente para fornecer nutrientes para as plantas. Dessa forma, seria interessante avaliar a eficiência desses produtos em solos que apresentem alguma deficiência, para saber se nestas condições existe alguma resposta.

Com relação à época de aplicação, verificou-se que a aplicação na primeira época proporcionou um maior incremento nos teores foliares para a maioria dos nutrientes. Ficando evidente que a idade da folha tem influência na taxa de absorção foliar, onde folhas novas são mais eficientes devido a maior capacidade fotossintética. Sendo assim, em estudos futuros podem-se avaliar a aplicação desses fertilizantes em estádios mais novos de desenvolvimento da cultura.

Com relação à melhoria na qualidade de sementes, existem na literatura relatos que o efeito da nutrição das plantas na qualidade da semente, possa ser observado somente após algum período de armazenamento das sementes. Dessa forma, seria interessante em estudos futuros avaliações referentes à qualidade fisiológica das sementes após um período de armazenamento. Assim, buscar-se-ia saber se existem possíveis respostas positivas da aplicação de fertilizantes foliares durante a produção de sementes de soja, sobre a sua

longevidade ou capacidade de armazenamento.

Tendo em vista a complexidade ligada ao tema nutrição de plantas, este trabalho não é definitivo e sim deverá servir como base para outros estudos em diferentes situações: edafoclimáticas (baixa fertilidade do solo); outros estádios de desenvolvimento da cultura (estádios vegetativos) e com outras técnicas que investiguem a capacidade de armazenamento das sementes (longevidade de sementes).

REFERÊNCIAS

ABREU, A. F. B.; BIAVA, M. Produção de sementes. In: Embrapa Arroz e Feijão. **Cultivo do feijão da primeira e segunda safras na região sul de Minas Gerais**. Sistemas de Produção, N° 6, ISSN 1679-8869 Versão eletrônica, Dezembro/2005. Disponível: <http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Feijao/FeijaoPrimSegSafrasulMG/psementes.htm>. Acessado em 20/02/2015.

ALVAREZ V., V.H.; DIAS, L.E.; RIBEIRO JR., E.S.; SOUZA, R.B.; FONSECA, C.A. **Métodos de análises de enxofre em solos e plantas**. Viçosa: UFV, 131p, 2001.

AMBROSANO, E.J.; AMBROSANO, G.M.B.; WUTKE, E.B.; BULISANI, E.A.; MARTINS, A.L.M.; SILVEIRA, L.C.P. Efeitos da adubação nitrogenada e com micronutrientes na qualidade de sementes do feijoeiro cultivar IAC – Carioca. **Bragantia**, v.58, n.2, p.393-399, 1999.

ANDRADE, W.E.B.; SOUZA-FILHO, B.F.; FERNANDES, G.M.B.; SANTOS, J.G.C. Avaliação da produtividade e da qualidade fisiológica de sementes de feijoeiro submetidas à adubação NPK. In: **Comunicado Técnico**. Niterói: Pesagro-Rio, n.248, 5p, 1999.

ANGHINONI, I.; BISSANI, C. A. Fósforo e adubos fosfatados. In: BISSANI, A. C.; GIANELLO, C.; TEDESCO, M. J.; CAMARGO, F. A. de O. **Fertilidade dos solos e manejo da adubação de culturas**. Porto Alegre-RS: Gênese, p.117-138, 2004.

ARANTES, N.E.; SOUZA, P.I. de M de. **Cultura da soja nos cerrados**. Piracicaba: POTAFOS, 535p, 1993.

ASCOLI, A. A.; SORATTO, R. P.; MARUYAMA, W. I. Aplicação foliar de molibdênio, produtividade e qualidade fisiológica de sementes de feijoeiro irrigado. **Bragantia**, Campinas, v.67, n.2, p.377-384, 2008.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS - AOAC. **Official methods of analysis**. 18 ed. Maryland, 2005.

ASSOCIATION OF OFFICIAL SEED ANALYSTS - AOSA. **Seed vigor testing handbook**. (Contribution 32). East Lansing: AOSA, 93p, 1983.

BARBERI, A.; MOREIRA, F. M. S.; FLORENTINO, L. A.; RODRIGUES, M. I. D. Crescimento de *bradyrhizobium elkanii* estirpe BR 29 em meios de cultivo com diferentes valores de pH inicial. **Ciência e Agrotécologia**, Lavras, v.28, n.2, p.397-405, 2004.

BERTOLIN, D.C.; SÁ, M.E.; HAGA, K.Y.; ABRANTE, F.L.; NOGUEIRA, D.C. Efeito de bioestimulante no teor e no rendimento de proteína de grãos de soja. **Agrarian**, v.1, n.2, p.23-34, 2008.

BEVILAQUA, G. A. P.; SILVA FILHO, P.M.; POSSENTI, J. C. Aplicação foliar de cálcio e boro e componentes de rendimento e qualidade de sementes de soja. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.32, n.1, p.32-34, 2002.

BLACK, R. J. Complexo Soja, fundamentos, situação atual e perspectivas. In: CÂMARA, G. M. S. **Soja: Tecnologia da produção II**. Piracicaba, SP: Esalq, p.1-18, 2000.

BOARETTO, A. E.; MURAOKA, T. & BOARETTO, R. M. Absorção e translocação de micronutrientes, aplicados via foliar, pelos citros. Solos e Nutrição. Artigo Técnico. **Revista Laranja**, Centro de Citricultura, Cordeirópolis, v.24, n.1, p.177-197, 2003.

BORKERT, C. M.; SFREDO, J.G.; MISSIO, S.L. S **Soja: adubação foliar**. (Documentos, 22), 1. ed., Londrina: EMBRAPA-CNPSo, 34 p. 1987.

BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. Diretoria Federal de Agricultura e Reforma Agrária do Mato Grosso. **Normas técnicas para produção de sementes**. Várzea Grande: Comissão Estadual de sementes e Mudas do MT, 97p, 1991.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Brasília: DF: Secretaria de Defesa Agropecuária, 395p, 2009.

BRASMAX. **Cultivares de Soja para a região Sul. 2015**. Disponível em <http://brasmaxgenetica.com.br/cultivar/regiao-sul>. Acesso em 05/02/2015.

BURKO, J.; VIDAL, V.; PIOVESAN, L. R.; ROYER, R.; NOVAKOWISKI, J. H.; SANDINI, I. E. Efeito da aplicação de nitrogênio complementar via foliar sobre a produtividade e massa de mil grãos de soja. **Anais do 22º EAIC-Encontro Anual de iniciação científica e 3º EAITI – Encontro anual de iniciação tecnológica e inovação**, Universidade Estadual do Oeste do Paraná - UNIOESTE, Foz do Iguaçu, 2013.

CAKMAK, I. & YAZICI, A. M. **Magnésio – Um elemento esquecido na produção agrícola**. Informações agrônômicas nº 132, 3p, 2010. Disponível em: http://www.oxyfertil.com.br/sites/oxyfertil/files/download/magnesium_um_elemento_esquecido.pdf. Acessado 06/03/2015.

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

CAMARGO, P.N.; SILVA, O. **Manual de adubação foliar**. São Paulo: Instituto Campineiro de Ensino Agrícola, 256 p,1990.

CANTARELLA, H. Nitrogênio. In: NOVAIS, R. F.; ALVAREZ V., V. U.; BARROS, N. F. de; FONTES, R. L. F.; CANTARYTTI, R. B.; NEVES, J. C. L. **Fertilidade do Solo**. (Viçosa-MG: Sociedade Brasileira de Ciência do solo, p.471-537, 2007.

CARSWELL C.; GRANT B. R.; THEODOROU M. E.; HARRIS J.; NIERE J. O.; PLAXTON W. C. The fungicide phosphonate disrupts the phosphate starvation response in *Brassica nigra* seedlings. **Plant Physiol.**, n.110, p.105–110, 1996.

CARUSO, R. **Soja: uma caminhada sem fim. Como a soja conquistou o mundo e o Brasil**. Campinas: Fundação Cargill, 95p.,1997.

CARVALHO, E. R. Manganês via foliar em soja convencional e transgênica RR: **Efeitos na qualidade de sementes, atividade enzimática, lignina e produtividade**. Tese (Doutorado em agronomia/fitotecnia). Universidade Federal de Lavras, Lavras, 135p, 2013.

CARVALHO, M. A. C.; PAULINO, H. B.; FURLANI JUNIOR, E.; BUZETTI, S.; SÁ, M. E.; ATHAYDE, M.L. F. Uso da adubação foliar nitrogenada e potássica no algodoeiro. **Bragantia**, v.3, n. 60, p. 239-244, 2001.

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

CASTRO, P. R. C. **Princípios da adubação foliar**. Jaboticabal: Funep - SP, 42p, 2009.

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

CHAMEL, A. & GAMBONNET, B. Study with isolated cuticles of the behaviour of zinc applied to leaves. **Journal of Plant Nutrition**, v.5, p.153-171, 1982.

COELHO, F.C.; FREITAS, S.P.; MONERAT, P.H.; DORNELLES, M.S. Efeitos sobre a cultura do feijão das adubações com nitrogênio e molibdênio e do manejo das plantas daninhas. **Revista Ceres**, Viçosa, v.48, p.455-467, 2001.

CONAB - COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos - Décimo Segundo levantamento de avaliação da safra 2013/2014**. Setembro de 2014. Disponível em: <http://www.conab.gov.br/>. Acesso em 03/03/2015.

COSTA, J.A.; MARCHEZAN, E. **Características dos estádios de desenvolvimento da soja**. Campinas: Fundação Cargill, 30p, 1982.

COSTA, N. P.; FRANÇA NETO, J. B. PEREIRA, J. E.; MESQUIETA, C. M.; KRZYZANOWSKI, F. C.; HENNING, A. A. Efeito de sementes verdes na qualidade fisiológica de sementes de soja. **Revista Brasileira de Sementes**, v.23, n.2, p.102-107, 2001.

COSTA, N. P.; MESQUITA, C. M.; MAURINA, A. C.; FRANÇA NETO, J. B.; KRZYZANOWSKI, F. C.; HENNING, A. A. Qualidade fisiológica, física e sanitária de sementes de soja produzidas no Brasil. **Revista Brasileira de sementes**. v. 25, n. 1, p.128-132, 2003.

CRAWFORD, N. M.; GLASS, A. D. M. Molecular and physiological aspects of nitrate uptake in plants. **Trand in Plants Science Reviews**, v. 3, p. 389-395, 1995.

CRUZ, C. D. **Programa Genes: Biometria**. Editora UFV, Viçosa - MG. 382p. 2006.

CZYCZA, R. V. **Adubação nitrogenada na semeadura da cultura do milho em dois sistemas de manejo sob plantio direto**. Monografia (agronomia), Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Marechal Cândido Rondon – Unioeste, 43p, 2007.

DAN, E.; MELLO, V.; WETZEL, C.; POPINIGIS, F.; SOUZA, E. Transferência de matéria seca como método de avaliação do vigor de sementes de soja. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.9, n.3, p.45-55, 1987.

DECHEN, A.R.; NACHTIGALL, G.R. Elementos requeridos à nutrição de plantas. In: NOVAIS, R. F. ALVAREZ, V.V.H.; BARROS, N. F.; FONTES, R. L. F.; CANTARUTTI, R.B.; NEVES, J.C.L. (Ed.) **Fertilidade do solo**. Viçosa: SBCS, 1017p, 2007.

DEUNER, C. **Manejo nutricional na cultura da soja: Reflexos na produção e na qualidade da semente**. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Sementes). Universidade Federal de Pelotas, Pelotas-RS, 57p, 2013.

DIAS, J.C. Nutrientes – Do que as plantas precisam? **Artigos Unifertil**, Canoas-RS: Unifertil Universal de Fertilizantes S.A, v.2, 10p, 2012. Disponível em: <http://www.unifertil.com.br/admin/files/rc20121011151121.pdf>, acesso em 02/03/2015.

EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Sistema Brasileiro de Classificação de solos**. Brasília: Embrapa Solos. 412 p., 2006.

EMBRAPA SOJA. **Correção e Manutenção da Fertilidade do Solo**. Organizado por SOJA, Comitê de Publicações da Embrapa. Tecnologias de Produção de soja - Região Central do Brasil 2006. (Sistemas de Produção/Embrapa Soja, ISSN 1677-8499; n.9). Londrina: Embrapa Soja: Fundação Meridional, 220p, 2005.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa da soja. **Tecnologias de produção de soja – Região central do Brasil – 2005**. Sistemas de produção/ Embrapa soja. Londrina – PR, 239p, 2005.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa da soja. **Tecnologias de produção de soja – Região central do Brasil – 2003**. Sistemas de produção/ Embrapa Soja. Londrina – PR, 239p, 2003.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa da soja. **Tecnologias de produção de soja – Paraná – 2007**. (Sistemas de produção/ Embrapa Soja, ISSN 1677-8499; n.10). Londrina – PR, 220p, 2006.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Soja. **Tecnologia de produção de soja - região Central do Brasil - 2001/2002**. Londrina: Embrapa Soja, 267p, 2001.

EMBRAPA. Composição do grão. In. EMPRAPA SOJA. **Soja na Alimentação**. Disponível em: www.cnpso.embrapa.br/soja_alimentacao/index.php?pagina=23. Acesso em 10 de jul de 2013.

ENGEL, V. L.; POGGIANI, F. Estudo da concentração de clorofila nas folhas e seu espectro de absorção de luz em função do sombreamento em mudas de quatro espécies florestais nativas. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, v. 3, p. 39-45. 1991.

EPSTEIN, E.; BLOOM, A. **Nutrição mineral de plantas: princípios e perspectivas**. Londrina: Editora Planta, p. 209-243, 2006.

ERNANI, P. R.; ALMEIDA, J. A.; SANTOS, F. C. Potássio. In: NOVAIS, R. F.; ALVAREZ V., V. U.; BARROS, N. F. de; FONTES, R. L. F.; CANTARYTTI, R. B.; NEVES, J. C. L. **Fertilidade do Solo**. Viçosa-MG: Sociedade Brasileira de Ciência do solo, p. 552-556, 2007.

FAGERIA, N. K.; STONE, L. F.; SANTOS, A. B. dos. **Maximização da eficiência de produção das culturas**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 294 p, 1999.

FALKER AUTOMAÇÃO AGRÍCOLA LTDA. **Manual do medidor eletrônico de clorofila ClorofiLOG CFL 1030**. Porto Alegre, 4p., 2008.

FAQUIN, V. **Nutrição mineral de plantas**. Curso de Pós-Graduação “Lato Sensu” (Especialização) a Distância: Solos e Meio Ambiente. Lavras: UFLA / FAEPE, 186p, 2005.

FAVARIN, J.L. e MARINI, J.P. **Importância dos micronutrientes para a produção de grãos**. In: Sociedade Nacional da Agricultura, 2000.

FERGUSON, R.; SLATER, G. **Foliar N Fertilization of Soybeans**. Nebraska – EUA: Harvard, 2005. Disponível em: <http://scal.unl.edu/fertility/foiarnsummary2005.pdf>. Acessado em 15/01/2015.

FERNANDES, M. S. **Nutrição Mineral de Plantas**. Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Ciência do solo, 432p, 2006.

FERREIRA JUNIOR, J. A.; ESPINDOLA, S. M. C. G.; GONÇALVES, D. A. R.; LOPES, E. W. **Avaliação de genótipos de Soja em diferentes épocas de plantio e densidade de semeadura no município de Uberaba – MG**. Agronomia, Uberaba, n. 07, p. 13-21, 2010.

FLOSS, E.L. **Fisiologia das plantas cultivadas: o estudo que está por trás do que se vê**. Passo Fundo: UPF, 528 p, 2004.

FRANÇA NETO, J. B.; KRZYZANOWSKI, F. C.; HENNING, A. A.; COSTA, N. P. Tecnologia de produção de sementes. In: CD ROM. Embrapa Soja. **A cultura da soja no Brasil**. Londrina: Embrapa Soja, 2000.

FRANÇA NETTO, J.B.; PEREIRA, L.A.G.; COSTA, N.P. **Metodologia do teste de tetrazólio em sementes de soja**. Londrina: EMBRAPA, 35 p, 1986.

FRANÇA-NETO, J. B.; PÁDUA, G. P.; CARVALHO, M. L. M.; COSTA, O.; BRUMATTI, P. S. R.; KRZYZANOWSKI, F. C.; COSTA, N. P. da; HENNING, A. A.; SANCHES, D. P. **Semente esverdeada de soja e sua qualidade fisiológica**. (Embrapa Soja, Circular Técnica 38) Londrina: Embrapa Soja, 4 p, 2005.

FRANCESCHI, V.R., GIAQUINTA, R.T. Specialized cellular arrangements in legume leaves in relation to assimilate transport and compartmentation: Comparison of the paraveinal mesophyll. **Planta**, 159: 415-422. 1983

FREITAS, R.J.; LEANDRO, W.M.; CARVALHO, M.C.S. Efeito da adubação potássica via solo e foliar sobre a produção e a qualidade da fibra em algodoeiro (*Gossypium hirsutum L.*) **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 37, p. 106-112, 2007.

FREITAS, S.M Análise da dinâmica de transmissão de preços no Mercado Internacional de Farelo de Soja, 1990-99. **Revista Agricultura**, São Paulo, v.48, n.1, p.1-20, 2001.

GARCIA, L. R.; HANWAY, J. J. Foliar fertilization of soybeans during the seed - filling period. **Agronomy Journal**, Madison, v.4, n.68, p.653 -657, 1976.

GOLO, A. L.; KAPPES, C.; CARVALHO, M. A. C.; YAMASHITA, O. M. Qualidade das sementes de soja com a aplicação de diferentes doses de molibdênio e cobalto. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v.31, n.1, p.40-49, 2009.

GRABAU, L.J.; BLEVINS, D.G.; MINOR, H.C. P nutrition during seed development: leaf senescence, pod retention, and seed weight of soybean. **Plant Physiology**, v.82, p.1008-1012, 1986.

GUERRA, C.A.; MARCHETTI, M.E.; ROBAINA, A.D.; DE SOUZA, C.F.; GONÇALVES, M.C.; NOVELINO, J.O. Soybean seed physiological quality in function of phosphorus, molybdenum and cobalt fertilization. **Acta Scientiarum Agronomy**, v.28, n.1, 2006.

GUTIERREZ-BOEM, F.H., J.D. SCHEINER, H. RIMSKI-KORSAKOV. Late season nitrogen fertilization of soy-beans: Effects on leaf senescence, yield and environment. **Nutr. Cycl. Agroecosyst.**, v. 68, p. 109–115, 2004

HAQ, M. U.; MALLARINO, A. P. Foliar fertilization of soybean at early vegetative stages. **Agronomy Journal**, Madison, v. 90, n. 6, p. 763-769, 1998.

HAQ, M. U.; MALLARINO, A. P. Soybean yield and nutrient composition as affected by early season foliar fertilization. **Agronomy Journal**, Madison, v. 92, n. 1, p. 16-24, 2000.

HOPKINS, W.G. **Introduction to Plant Physiology**. New York: John Wiley e Sons, 512 p, 1999.

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

HUNGRIA M., FRANCHINI J.C., CAMPO, R.J., CRISPINO C.C., MORAES J.Z.; SIBALDELLI R.N.R., MENDES I.C., ARIHARA J. Nitrogen nutrition of soybean in Brazil: contributions of biological N₂ fixation and of N fertilizer to grain yield. **Canadian Journal of Plant Science**, v.86, n.4, p.927-939, 2006.

HUNGRIA, M.; CAMPO, R.J.; MENDES, I.C. **Fixação biológica do nitrogênio na cultura da soja**. Londrina: Embrapa Soja. Circular Técnica 35, 2001.

KAPPES, C.; GOLO, A. L.; CARVALHO, M. A. C. Doses e épocas de aplicação foliar de boro nas características agronômicas e na qualidade de sementes de soja. **Scientia Agraria**, Curitiba, v.9, n.3, p.291-297, 2008.

KIRKBY, E. A. & ROMHELD, V. Micronutrientes na fisiologia de plantas: funções, absorção e mobilidade. Encarte Técnico: Informações agronômicas nº 118. **International Plant Nutrition Institute**, 24p, 2007.

KRZYZANOWSKI, F.C.; FRANÇA-NETO, J.B.; COSTA, N. P. Efeito da classificação de sementes de soja por tamanho sobre sua qualidade e a precisão de semeadura. **Revista Brasileira de Sementes**. Brasília, v.13, n.1, p.59-68, 1991.

KRZYZANOWSKI, F.C.; VIEIRA, R.D.; FRANÇA-NETO, J.B. **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, p.2-21, 1999.

LAMOND, R. E.; WESLEY, T. L. In Season Fertilization for High Yield Soybean Production. **Better Crops With Plant Food, Norcross**, v. 85, n.2, p. 6-7, 2001.

LANTMANN, A. F. **Nutrição e produtividade da soja com molibdênio e cobalto**. Brasília: EMBRAPA (Coletânea Rumos e Debates), 2002. Disponível em: < <http://www.embrapa.br/imprensa/artigos/2002/artigo.2004-12-07.2621259858/> >. Acesso em: 11 dez. 2014.

LIMA, D.M.; CUNHA, R.L. da; PINHO, E.V.R.V.; GUIMARÃES, R.J. Efeito da adubação foliar no cafeeiro, em sua produção e na qualidade fisiológica de sementes. **Ciência Agrotécnica**. Edição Especial, p. 1499-1505, 2003.

LOPES, A. S. **Micronutrientes: filosofia de aplicação e eficiência agronômica**. São Paulo: ANDA –Associação Nacional para Difusão de Adubos, (Boletim Técnico, 8), 58 p,1999.

MAACK, R. **Geografia Física do Estado do Paraná**. Max Roesner, Curitiba, Brasil, 350p, 1968.

MASCARELLO, A.; YAMASHITA, O. M.; CARVALHO, M. A. C. Qualidade Fisiológica de sementes de feijoeiro em função da aplicação foliar de Cobalto e Molibdênio. **Global Science and Technology**, Rio Verde, v. 05, n. 02, p. 121 – 132, 2012.

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

MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C. & OLIVEIRA, S.A., **Avaliação do Estado Nutricional das Plantas**. 2 ed., Piracicaba, SP: Potafos, 319p, 1997.

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.

MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. 1 ed. Piracicaba: FEALQ, 495p, 2005.

MARCOS FILHO, J. Teste de envelhecimento acelerado. In: KRZYZANOWSKI, F.C. et al. **Vigor de sementes: conceitos e testes. Associação brasileira de tecnologia de sementes**. Comitê de vigor de sementes. Londrina: ABRATES, c.3, p.1-24,1999.

MARSCHNER, H. Mineral nutrition of higher plants. London: **Academic Press**, 889p, 1995.

MARTINS, A.M.; PASSO, A.; REZENDE, P.M.; CARVALHO, E.A.; SAVELLI, R.A.M.; Notas Científicas Cinetina e nitrato de potássio em características agrônômicas de soja. **Pesquisa agropecuária brasileira, Brasília**, v.43, n.7, p.925-928, 2008.

McDONALD, A.E.; GRANT, B. R.; PLAXTON, W. C. Phosphite (phosphorous acid): its relevance in the environment and agriculture and influence on plant phosphate starvation response. **Journal of Plant Nutrition**, v.24, n.10, p.1505-1519, 2001.

MENDES, A. M. S. Introdução a fertilidade do solo. (Material didático do departamento de Solos da UFV para o Curso de Pós-graduação em Solos e Nutrição de Plantas) In: Curso de Manejo e Conservação do Solo e da Água. Barreiras-BA: UFBA, 64p, 2007.

MESCHEDE, D.K.; BRACCINI, A.L.; BRACCINI, M.C.L.; SCAPIM, C.A.; SCHUAB, S.R.P. Produtividade, teor de proteínas nas semente e características agrônômicas das plantas de soja. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v.26, n.2, p. 139-145, 2004.

MOCELLIN, R. S. P. **Princípios da adubação foliar**. Coletânea de dados e revisão bibliográfica. Canoas/RS: Omega Fertilizantes, 83p, 2004

MUSSKOPF, C.; BIER, V. A. Efeito da aplicação de fertilizante mineral cálcio e boro via foliar na cultura da soja (*Glycine Max*). **Cultivando o Saber**, Cascavel, v. 3, n. 4, p. 83-91, 2010.

NAKAGAWA, J. Testes de vigor baseados na avaliação das plântulas. In: VIEIRA, R. D.; CARVALHO, N. M. (Ed.). **Testes de vigor em sementes**. Jaboticabal: FUNEP, p. 49-85, 1994.

NAKAGAWA, J. Testes de vigor baseados na avaliação de plântulas. In: KRZYZANOWSKI, F.C.; VIEIRA, R.D.; FRANÇA-NETO, J.B. **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, p. 2-21, 1999.

NELSON, K.A.; MOTAVALLI, P.P.; NATHAN, M. Response of no-till soybean [*Glycine max* (L.) Merr.] to timing of preplant and foliar potassium applications in a claypan soil. **Agronomy Journal**, v.97, p. 832-838, 2005.

NEVES, J.S.; BLUM, L.E.B. Influência de fungicidas e fosfito de potássio no controle da ferrugem asiática e na produtividade da soja. **Revista Caatinga**, UFERSA, v. 27, p. 75-82, 2014.

NICOLÁS, M. F.; HUNGRIA, M.; ARIAS, C. A. A. Identification of quantitative trait loci controlling nodulation and shoot mass in progenies from two brazilian soybean cultivars. **Field Crops Research**, v. 95, p. 355-366, 2006.

NOGUEIRA, M.A.; OLIVEIRA, A.B.; SILVA-FILHO, P.M.; HUNGRIA, M. A aplicação de n-mineral na fase reprodutiva não resulta em aumento de produtividade de grãos de soja. **Resumos da XXXIII Reunião de Pesquisa de Soja da Região Central do Brasil**. Londrina - PR, 2013.

NORONHA, J. F. **Projetos agropecuários: administração financeira, orçamento e avaliação econômica**. 2 ed. São Paulo, Atlas. 269p. 1987.

OLIVEIRA, A. J.; CASTRO, C.; OLIVEIRA, F. A.; JORDÃO, L.T. Adubação potássica da soja: cuidados no balanço de nutrientes . **IPNI-International plant nutrition institute (Informações agronômicas n. 143)**. Piracicaba-SP, 10 p, 2013.

OOSTERHUIS, D. Physiology and nutrition of high yielding cotton in the USA. **Informações Agronômicas**, n. 95, p.18-24, 2001.

PÁDUA, G.P.; FRANÇA-NETO, J.B.; CARVALHO, M.L.M.; COSTA, O.; KRZYZANOWSKI, F.C.; COSTA, N. Tolerance level of green seed in soybean seed lots after storage. **Revista Brasileira de Sementes**, Pelotas, v.29, n.3, p.128-138. 2007.

PANDEY, J.P.; TORRIE, J.H. Path coefficient analysis of seed yield components in soybean [*Glycine max* (L.) Merrill]. **Crop Science**, Madison, v.13, n.5, p.505-507, 1973.

PASSOS, A. M. A. A.; REZENDE, P.M.; CARVALHO, E. R. Doses e épocas de aplicação de fosfito comercial na cultura da soja. **Enciclopédia biosfera**, Centro Científico Conhecer, Goiânia, v.10, n.18; p. 1357-1365, 2014.

PELÁ, A.; RODRIGUES, M. S.; SANTAN, J. da S.; TEIXEIRA, I. R. Fontes de Fósforo para adubação foliar na cultura do feijoeiro. **Scientia Agraria**, Curitiba, v. 10, n. 4, p. 313-318, 2009.

PESKE, S.T.; BARROS, A.C.S. de A.; SCHUCH, L.O.B. Produção de sementes. In: PESKE, S.T.; VILLELA, F.A.; MENEGHELLO, G.E.. **Sementes: Fundamentos Científicos e tecnológicos**. 3.ed. Pelotas: Editora Universitária, UFPel, p.13-104, 2012.

POSSENTI, J. C.; VILLELA, F. A. Efeito do molibdênio aplicado via foliar e via sementes sobre o potencial fisiológico e produtividade de sementes de soja. **Revista Brasileira de Sementes**, v.32, n.4, p.143-50, 2010.

REIS, R.A.J; MINGUILI, R. Produtividade da cultura de algodão em função da pulverização foliar com aminoácidos. In: **V Congresso Brasileiro de Algodão**, Salvador, BA: Fundação Chapadão, p. 6, 2005.

REZENDE, P. M.; CARVALHO, E. R.; SANTOS, J. P.; ANDRADE, M. J. B.; ALCANTRA, H. P. Enxofre aplicado via foliar na cultura da soja [Glycine Max (L.) Merrill]. **Ciência Agrotécnica**, Lavras, v. 33, n. 5, p. 1255-1259, 2009.

REZENDE, P.M. de; GRIS, C.F.; CARVALHO, J.G.; GOMES, L.L.; BOTTINO, L. Adubação foliar. I. épocas de aplicação de fósforo na cultura da soja. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 29, n. 6, p. 1105-1111, 2005.

ROMUALDO, L. M. **Modos de aplicação de zinco no crescimento inicial de plantas de milho e de sorgo em casa de vegetação**. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias-UNESP - Jaboticabal, 68p, 2008.

ROSOLEM, C. A. **Recomendação e aplicação de nutrientes via foliar**. Fundação de Apoio ao Ensino, Pesquisa e Extensão – Universidade Federal de Lavras - UFLA, Lavras-MG, 99p, 2002.

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

RUCHS, E.L. **Modelo matemático para tomada de decisões no processo produtivo e de esmagamento da soja**. Dissertação (Mestrado em Matemática) - Programa de Pós-Graduação em Modelagem Matemática, Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul, Ijuí-RS, 85p, 2010.

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

SCHEEREN, B. R.; PESKE, S. T.; SCHUCH, L. O. B.; BARROS, A. C. A. Qualidade fisiológica e produtividade de sementes de soja. **Revista Brasileira de Sementes**, v.32, n.3, p.35-41, 2010.

SCHLOTTER, M.; DILLY, O.; MUNCH, J.C. Indicators for evaluating soil quality. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v.98, p.255-262, 2003.

SCHROETTER, S.; ANGELES-WEDLER, D.; KREUZIG, R.; SCHNUG, E. Effects of phosphite on phosphorus supply and growth of corn (*Zea mays*). **Landbauforschung Völkenrode**, v.56, p.87-99, 2006.

SEDIYAMA, T. **Tecnologia de produção e usos da soja**. Londrina: Mecenias, 319p, 2009.

SENGIK, E. S. **Os macronutrientes e os micronutrientes das plantas**. 2003. Disponível em: <http://www.nupel.uem.br/nutrientes-2003.pdf>, acesso em 02/03/2015.

SFREDO, G. J.; KLEPKER, D. Resposta da soja à aplicação de enxofre nos cerrados do Piauí. In: Reunião de pesquisa de soja na região central do Brasil, 25., 2003, Uberaba, MG. **Resumos**. Londrina: Embrapa Soja, p.136-137, 2003.

SILVA, D. J. **Análise de alimentos: método de Weende**, 1984. Viçosa, MG: 165p. 1990.

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

SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. **Análises de alimentos**. 3.ed. Viçosa-MG: UFV, Imprensa Universitária, 235p, 2002.

SILVA, R. G.; CALDAS, I. J. G.; ARAUJO, A. L. S.; FIGUEIREDO, C. C. ; SOUZA, H. E. S.; SILVA, G. Adubação com micronutrientes na produtividade e qualidade fisiológica de sementes de cultivares de feijão comum. **Revista Trópica - Ciências Agrárias e Biológicas**, v.1, n.1, 41p, 2007.

SILVA, T. R. B; SORATTO, R. P. BÍSCARO, T.; LEMOS, L. B. Aplicação foliar de boro e cálcio no feijoeiro. **Científica**, Jaboticabal, v.34, n.1, p.46-52, 2006.

SMEAL, D.; ZHANG, H. Chlorophyll meter evaluation for nitrogen management in corn. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, New York, v.25, n.9-10, p.1495-1503, 1994.

SORATTO, R. P.; FERNANDES, A. M.; SOUZA, E. F. C. e SOUSA-SCHLICK, G. D. Produtividade e qualidade dos grãos de feijão em função da aplicação de nitrogênio em cobertura e via foliar. **Revista Brasileira de Ciência do solo**, Viçosa, v.35, n.3, p.2019-2028, 2011.

SOUZA, L.C.D. **Efeito da aplicação de fertilizante mineral via foliar sobre a produção e qualidade fisiológica de sementes de soja**. Dissertação (mestrado em agronomia) - Área de concentração em sistemas de produção, Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho - Unesp, Ilha Solteira - SP, 52p, 2007.

SOUZA, L.C.D.; SÁ, M.E.; SILVA, M.P.; ARRUDA, N. Macro e micronutrientes foliar e macronutrientes em sementes de quatro cultivares de soja em função a adubação foliar a base de Cálcio e Boro. **Revista de biologia e Ciências da terra**, v.9, n.2, 2009.

STAUT, L.A. Adubação foliar com nutrientes na cultura da soja. In: **Fertibio 2006, A busca das raízes**. Bonito, MS, 2006. Disponível em: <<http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/574758/1/32016.pdf>. Acesso em: 23 Dezembro de 2014.

SUZANA, C. S.; BRUNETTO, A.; MARANGON, D.; TONELLO, A. A.; KULCZYNSKI, S. M. Influência da Adubação foliar sobre a qualidade fisiológica das sementes de soja armazenadas. **Enciclopédia Biosfera**, Centro Científico Conhecer, Goiânia, v.8, n.15, p.2386, 2012.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. SANTARÉM, E.R. (Trad). 3ªEd, Porto Alegre: Artimed, 719p, 2004.

TEDESCO, M. J.; GIANELLO, C.; BISSANI, C. A.; BOHNEN, H.; VOLKWEISS, S. J. **Análise de solo, plantas e outros materiais**. (Boletim Técnico, 5) Porto Alegre/RS: UFRGS, departamento de Solos, 2 ed., 118 p, 1995.

TEIXEIRA, I. R.; BORÉM, A.; ARAÚJO, G. A. de A. e ANDRADE, M. J. B. de. Teores de nutrientes e qualidade fisiológica de sementes de feijão em resposta a adubação foliar com manganês e zinco. **Bragantia**, Piracicaba, v.64, n.1, p.83-88, 2005.

THOMAS, A. L.; COSTA, J. A.; PIRES, J. L. Rendimento de grãos de soja afetado pelo espaçamento entre linhas e fertilidade do solo. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.28, n.4, p.543-546, 1998.

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

USDA-UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE. In: *Infomativo Deagro-safra mundial de soja – 11º levantamento do Usda*. Março 2015. Disponível em http://az545403.vo.msecnd.net/uploads/2015/03/boletim_safra-mundial-soja_marco2015.pdf. Acesso em Março de 2015.

VANCE, C. P.; UHDE-STONE, C.; ALLAN, D. L. Phosphorus acquisition and use: critical adaptations by plants for securing a nonrenewable resource. **New Phytol**, v.157, p.423-447, 2003.

VEGA, C. R. Y ANDRADE, F. H. Densidad de plantas y espaciamento entre hileras. In: ANDRADE, F. E. SADRAS, V. O. **Bases para el manejo del maíz, el girasol y la soja**. EEA INTA Balcarce - Facultad de Ciências Agrarias UNMP, p.97-133, 2000.

VERGINASSI, A. **Silício no controle da ferrugem asiática da soja**. Dissertação (Mestrado em agronomia) – Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal, Universidade Federal de Goiás - UFG, Jataí-GO, 50p, 2008.

VIEIRA, E. H. N.; RAVA, C. A. Características botânicas e fisiológicas das sementes. In: VIEIRA, E. H. N.; RAVA, C. A. (Ed.). **Sementes de feijão: Produção e Tecnologia**. Santo Antonio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, p. 25-38, 2000.

VIEIRA, E. L.; CASTRO, P. R. C. Ação de bioestimulante na germinação de sementes, vigor das plântulas, crescimento radicular e produtividade de soja. **Revista Brasileira de Sementes**, v.23, n.2, p.222-228, 2001.

VIEIRA, R.F.; VIEIRA, C.; RAMOS, J.A.O. **Produção de sementes de feijão**. Viçosa: EPAMIG/EMBRAPA, 131p, 1993.

VITTI, G. C.; FAVARIN, J. L.; GALLO, L. A.; PIEDADE, S. M. S.; FARIA, M. R. M.; CICARONE, F. Assimilação foliar de enxofre elementar pela soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.42, n.2, p.225-229, 2007.

VITTI, G.C.; LIMA, E.; CICARONE, F. Cálcio, magnésio e enxofre. In: FERNADES, M.S. **Nutrição mineral de plantas**. Viçosa – MG, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, p.299-325, 2006.

WESLEY, T.L.; LAMOND, R.E.; MARTIN, V.L.; DUNCAN, S.R. Effects of late-season nitrogen fertilizer on irrigated soybean yield and composition. **Journal of Production Agriculture**, v.11, p.331-336, 1998.

WRUCK, F.J.; COBUCCI, T.; STONE L.F. Efeito do tratamento de sementes e da adubação foliar com micronutrientes na produtividade do feijoeiro. In: **Congresso Nacional de Pesquisa de Feijão, 2005** (Embrapa Arroz e Feijão. Documentos, 182) **Anais**. Goiânia: Embrapa Arroz e Feijão, p.995-998, 2005.

YILDIRIM, B.; OKUT, N.; TURKOZU, D.; TERZIOGLU, O.; TURÇTURK, M. The effects of maxicrop leaf fertilizer on the yield and quality of soybean (*Glycine max* L. Merrill). **African Journal of Biotechnology** V.7(12), p.1903-1906, 2008.

ZANCANARO, L. Tecnologia? É insumo? É máquina ou conhecimento? FUNDAÇÃO MT. **Boletim de Pesquisa de Soja**, Rondonópolis: Central de Texto Carrion Carracedo Editores Associados, n.13, p. 167-170, 2009.

ZITO, R. K. **Padrões eletroforéticos de proteínas e qualidade fisiológica durante o desenvolvimento da semente de soja**. 48 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Curso de Pós-Graduação em Agronomia, Universidade Federal de Viçosa. Viçosa, 48p, 1994.

ZOCCA, T. N.; FANCELLI, A. L. Incremento de produtividade da soja pelo uso de nitrogênio foliar. In: **21º Simpósio Internacional de Iniciação Científica**, 2013. Piracicaba, 21º Simpósio Internacional de Iniciação Científica, 2013.

ZUCARELI, C. **Adubação fosfatada, produção e desempenho em campo de sementes de feijoeiro cv. Carioca Precoce e IAC Carioca Tybatã**. Tese (Doutorado em Agronomia/Horticultura) – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 183p, 2005.