

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE PONTA GROSSA  
SETOR DE ENGENHARIAS, CIÊNCIAS AGRÁRIAS E DE TECNOLOGIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA – MESTRADO

GISLAINE MARTINS SLUSARZ

HÁ INTERFERÊNCIA DAS APLICAÇÕES DE MICRONUTRIENTE E  
BIOESTIMULANTES PARA AS SEMENTES DA SOJA?

PONTA GROSSA - PR  
2022

GISLAINE MARTINS SLUSARZ

HÁ INTERFERÊNCIA DAS APLICAÇÕES DE MICRONUTRIENTE E  
BIOESTIMULANTES PARA AS SEMENTES DA SOJA?

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia da Universidade Estadual de Ponta Grossa para obtenção do título de Mestre.

Área de concentração: Fitotecnia e Fitossanidade.

Linha de pesquisa: Fisiologia, Melhoramento e Manejo de Culturas.

Orientadora: Prof. Dr<sup>a</sup>. Ana Dionisia Da Luz Coelho  
Novembre

Coorientador: Prof. Dr. Adriel Ferreira da Fonseca

PONTA GROSSA - PR  
2022

S634 Slusarz, Gislaine Martins  
Há interferência das aplicações de micronutriente e bioestimulantes para as sementes de soja? / Gislaine Martins Slusarz. Ponta Grossa, 2022.  
64 f.

Dissertação (Mestrado em Agronomia - Área de Concentração: Fitotecnia e Fitossanidade), Universidade Estadual de Ponta Grossa.

Orientadora: Profa. Dra. Ana Dionisia da Luz Coelho Novembre.

Coorientador: Prof. Dr. Adriel Ferreira da Fonseca.

1. Glycine max (L.) Merrill. 2. Qualidade de semente. 3. Aminoácidos hidrolisados. 4. Micronutrientes quelatados. 5. Nanofertilizantes. I. Novembre, Ana Dionisia da Luz Coelho. II. Ferreira da Fonseca, Adriel. III. Universidade Estadual de Ponta Grossa. Fitotecnia e Fitossanidade. IV.T.

CDD: 633



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE PONTA GROSSA  
Av. General Carlos Cavalcanti, 4748 - Bairro Uvaranas - CEP 84030-900 - Ponta Grossa - PR - <https://uepg.br>

## TERMO

Título da Dissertação: “**HÁ INTERFERÊNCIA DAS APLICAÇÕES DE MICRONUTRIENTE E BIOESTIMULANTES PARA AS SEMENTES DA SOJA?**”.

Nome: **Gislaine Martins Slusarz**

### Conceito

- Aprovado  
 Reprovado

### Aprovado pela Comissão Examinadora:

Profa. Dra. Ana Dionísia da Luz Coelho Novembre

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Amanda Regina Godoy Baptista

Prof. Dr. Victor Augusto Forti



Documento assinado eletronicamente por **Ana Dionísia da Luz Coelho Novembre, Usuário Externo**, em 10/07/2022, às 08:36, conforme Resolução UEPG CA 114/2018 e art. 1º, III, "b", da Lei 11.419/2006.



Documento assinado eletronicamente por **Amanda Regina Godoy Baptista, Professor(a)**, em 15/07/2022, às 09:02, conforme Resolução UEPG CA 114/2018 e art. 1º, III, "b", da Lei 11.419/2006.



Documento assinado eletronicamente por **Victor Augusto Forti, Usuário Externo**, em 15/07/2022, às 22:29, conforme Resolução UEPG CA 114/2018 e art. 1º, III, "b", da Lei 11.419/2006.



A autenticidade do documento pode ser conferida no site <https://sei.uepg.br/autenticidade> informando o código verificador **1030946** e o código CRC **1F4BAE51**.

Dedico este trabalho ao meu marido, por ser pessoa que mais me incentivou, e que nunca mediu esforços para me ajudar a tornar este título uma realidade, sendo a pessoa que mais esteve ao meu lado neste momento e em toda minha vida, todas minhas conquistas dedico a você meu maior amor. Este título é dedicado a você!!! Sorte minha ter você como meu marido e ter o seu carinho!!

## AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por ter permitido e me abençoado desde a aprovação no processo seletivo até o término de meu mestrado, sou grata por ter tido a oportunidade de desenvolver minha pesquisa mesmo diante de uma pandemia mundial do Covid-19;

Aos meus pais por todo amor, cuidado, por estarem ao meu lado não apenas nesta etapa mais em todos os momentos de minha vida;

À Universidade Estadual de Ponta Grossa – UEPG, em especial ao Programa de Pós-graduação em Agronomia da UEPG pela estrutura, suporte e apoio ao qual tive acesso;

À minha orientadora professora Doutora Ana Dionisia L. C. Novembre, por aceitar me orientar, por todos os conselhos, compreensão, apoio, ensinamentos a mim transmitidos, por ter me permitido mostrar livremente minhas ideias, minha eterna gratidão;

Ao meu coorientador professor Doutor Adriel Ferreira da Fonseca, por sua dedicação e por sempre estar disposto a me ajudar em todas as etapas deste trabalho;

Aos demais professores do Programa de Pós-Graduação em Agronomia da UEPG com quem tive oportunidade de adquirir conhecimentos;

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão da bolsa de mestrado;

À equipe da Estação Experimental Agrícola Campos Gerais (EEACG), pela concessão do desenvolvimento desta pesquisa e pela estrutura disponibilizada, em especial ao Professor Doutor Wilson Story Venancio;

Ao Dr. Anderson Luiz Durante Danelli por todo apoio, incentivo, conselhos e por toda confiança desde os processos seletivos para ingresso no mestrado, serei eternamente grata por toda consideração;

As minhas colegas de profissão Vanessa Juraski e Tais Aline por todo auxílio na montagem e avaliação dos experimentos;

A minha amiga Débora Perdigão Tejo, a qual tive a honra de conhecê-la durante o mestrado, obrigada por todos os momentos compartilhados, experiências e apoio;

A Aline Santos por me auxiliar com a análise estatística de meus dados;

Ao meu marido Claiton, por todos os momentos que me proporcionou e que ainda vai me proporcionar, pelo companheirismo, dedicação, carinho e respeito;

A todos que de alguma maneira direta ou indiretamente contribuíram com a conclusão deste título, a vocês minha eterna gratidão que Deus os abençoe grandemente!!!

*Determinação, coragem e autoconfiança são fatores decisivos para o sucesso. Se estamos possuídos por uma inabalável determinação, conseguiremos superá-los. Independentemente das circunstâncias, devemos ser sempre humildes, recatados e despidos de orgulho.*

*(Dalai Lama)*

## RESUMO

SLUSARZ, G.M. **Há interferência das aplicações de micronutriente e bioestimulantes para as sementes da soja?** 2022. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Estadual de Ponta Grossa, Ponta Grossa – PR, 2022.

Há restrição de informações sobre a interferência dos produtos à base de hormônios, aminoácidos e micronutrientes para a qualidade das sementes de soja, em função do armazenamento. Desse modo, foram avaliadas as aplicações dos fertilizantes líquidos, à base de Nanoóxidos de Co, Mo e Zn e enriquecidos com aminoácidos hidrolisados, dos quelatos de Co, Mo e Zn e enriquecidos com aminoácidos hidrolisados (Würzel Beste<sup>®</sup>), do bioestimulante Stimulate<sup>®</sup> e do produto à base de Co+Mo (Grap Co+Mo<sup>®</sup>), em relação aos parâmetros físico e fisiológicos das sementes de soja, imediatamente após a aplicação dos produtos e durante 90 dias de armazenamento. As sementes de soja, das cultivares AS 3590 IPRO e NEO 610, receberam as seguintes aplicações: 200 mL de Nanoóxidos de Co+Mo+Zn 100 kg<sup>-1</sup> de sementes; 200 mL de Würzel Beste<sup>®</sup> 100 kg<sup>-1</sup> de sementes; 250 ml de Stimulate<sup>®</sup> 100 kg<sup>-1</sup> de sementes e 250 ml de Grap Co+Mo raiz<sup>®</sup> 100 kg<sup>-1</sup> de sementes; foram avaliadas também as sementes Controle (sem aplicação de produtos), para a aferição entre os resultados. As sementes das duas cultivares foram analisadas logo após a aplicação dos produtos e aos 15 dias, aos 30 dias, aos 45 dias, aos 60 dias e aos 90 dias de armazenamento. Para determinar a qualidade das sementes, foram avaliados a germinação, primeira contagem de germinação, o comprimento da plântula, a massa da matéria seca da plântula, envelhecimento acelerado, emergência da plântula, os índices de velocidade de germinação e de emergência da plântula e o teor de água. O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado, em esquema fatorial 5x6, com quatro repetições. As cultivares AS 3590 IPRO e NEO 610 IPRO apresentaram resultados similares em relação às aplicações de micronutrientes e bioestimulantes e aos períodos de armazenamentos das sementes. Não houve interação positiva em relação às aplicações de micronutrientes e bioestimulantes para as sementes de soja, cultivares AS 3590 IPRO e NEO 610 IPRO em função das diferentes variáveis analisadas. Os resultados das avaliações das sementes das cultivares AS 3590 IPRO e NEO 610 IPRO mostraram correlação inversa entre os períodos de armazenamento, ou seja, quanto maior o período de armazenamento menores são os valores das variáveis. Assim, para as sementes tratadas com micronutrientes e bioestimulantes é possível afirmar que o período ideal para o armazenamento é de até 15 dias. Os períodos críticos, em que ocorreram reduções significativas dos parâmetros analisados, foram até 45 dias de armazenamento para as sementes das cultivares AS 3590 IPRO e NEO 610 IPRO, pois aos 60 e aos 90 dias de armazenamento houve redução dos resultados de todas as variáveis.

**Palavras-chave:** *Glycine max* (L.) Merrill; qualidade de semente; aminoácidos hidrolisados; micronutrientes quelatados; nanofertilizantes.

## ABSTRACT

SLUSARZ, G.M. **Is there interference of micronutrient and biostimulant applications to soybean seeds?** 2022 Dissertation (Master in Agronomy) - Universidade Estadual de Ponta Grossa, Ponta Grossa - PR, 2022.

There is limited information on the interference of products based on hormones, amino acids and micronutrients for the quality of soybean seeds, as a function of storage. Thus, the applications of liquid fertilizers based on Co, Mo and Zn nano-oxides and enriched with hydrolyzed amino acids, of Co, Mo and Zn chelates and enriched with hydrolyzed amino acids (Würzel Beste<sup>®</sup>), of the bio-stimulant Stimulate<sup>®</sup> and of the Co+Mo based product (Grap Co+Mo<sup>®</sup>) were evaluated in relation to the physical and physiological parameters of soybean seeds immediately after the application of the products and during 90 days of storage. The soybean seeds of the cultivars AS 3590 IPRO and NEO 610 received the following applications: 200 mL of Co+Mo+Znanooxides 100 kg<sup>-1</sup> seeds; 200 mL of Würzel Beste<sup>®</sup> 100 kg<sup>-1</sup> seeds; 250 ml of Stimulate<sup>®</sup>100 kg<sup>-1</sup> seeds and 250 ml of Grap Co+Mo root<sup>®</sup>100 kg<sup>-1</sup> seeds. The seeds of both cultivars were analyzed immediately after the application of the products and at 15 days, 30 days, 45 days, 60 days and 90 days of storage. To determine the quality of the seeds, germination, first count germination, seedling length, seedling dry matter mass, accelerated aging, seedling emergence, germination speed index, seedling emergence index, and water content were evaluated. The experimental design was entirely randomized, in a 5x6 factorial scheme, with four repetitions. The cultivars AS 3590 IPRO and NEO 610 IPRO presented similar results in relation to the application of micronutrients and biostimulants and the storage periods of the seeds. There was no positive interaction in relation to the application of micronutrients and biostimulants for soybean seeds, cultivars AS 3590 IPRO and NEO 610 IPRO in function of the different variables analyzed. The results of the seed evaluations of cultivars AS 3590 IPRO and NEO 610 IPRO showed an inverse correlation between the storage periods, that is, the longer the storage period, the lower the values of the variables. Thus, for seeds treated with micronutrients and biostimulants it is possible to state that the ideal period for storage is up to 15 days. The critical periods, in which significant reductions of the parameters analyzed occurred, were up to 45 days of storage for seeds of the cultivars AS 3590 IPRO and NEO 610 IPRO, because at 60 and 90 days of storage there was a reduction in the results of all variables.

**Keywords:** *Glycine max* (L.) Merrill; seed quality; hydrolyzed amino acids; chelated micronutrients; nanofertilizers.

## LISTA DE FIGURAS

- Figura 1- Produtos utilizados nas sementes de soja (A); Aplicação em sacos plásticos (B); Armazenamento das sementes em sacos duplos de papel (C). Palmeira-PR, 2021.. ..... 24
- Figura 2- Médias diárias de temperatura e umidade relativa do ar registradas em ambiente de laboratório, durante o armazenamento das sementes de soja, da cultivar AS 3590 IPRO, nos meses de março a junho de 2021. Palmeira-PR..... 25
- Figura 3- Médias diárias de temperatura e umidade relativa do ar registradas em ambiente de laboratório, durante o armazenamento das sementes de soja, da cultivar NEO 610 IPRO nos meses de agosto a novembro de 2021. Palmeira-PR.. ..... 25
- Figura 4- Instalação do teste de germinação das sementes de soja. Sementes dispostas sobre duas folhas de papel de germinação previamente umedecidas (A); Rolos de papel com sementes após a instalação do teste de germinação (B) e avaliação das plântulas no sétimo dia (C). Palmeira-PR, 2021 ..... 26
- Figura 5- Disposição das sementes de soja para determinar o comprimento da plântula (A); Determinação dos comprimentos, raiz primária, hipocótilo e da plântula. Palmeira-PR, 2021..... 27
- Figura 6- Sementes distribuídas em camada única em caixas de acrílico (A); Recipientes mantidos em BOD (*Biological Oxygen Demand*) a 41°C, por 48 horas (C); Montagem e instalação do teste de germinação (B).. ..... 28
- Figura 7- Montagem do teste de emergência da plântula em substrato areia em laboratório (A e B); Avaliação das plântulas normais (C). Palmeira-PR, 2021.. ..... 29
- Figura 8- Porcentagem de germinação de sementes de soja, cultivar AS 3590 IPRO, relacionada à aplicação de micronutrientes e bioestimulante e avaliadas no início e aos 15 dias, 30 dias, 45 dias, 60 dias e 90 dias do armazenamento (DAA). Palmeira - PR, 2021..... 34
- Figura 9- Análise de Componentes Principais (ACP), sementes de soja cultivar AS 3590 IPRO, considerando as variáveis envelhecimento acelerado (EA), emergência da plântula (EP), germinação (GER), primeira contagem (PC), índice de velocidade de germinação (IVG), índice de velocidade de emergência da plântula (IVE), comprimento da plântula (CPL), comprimento do hipocótilo (CH), comprimento da raiz primária (CRP), massa da matéria seca do hipocótilo (MSH), massa da matéria seca da plântula (MSPL) e massa da matéria seca da raiz primária (MSRP), em relação aos fatores: a) tratamentos (Controle; Grap Co + Mo<sup>®</sup>; Nanoóxidos; Stimulate<sup>®</sup> e Wurzel Beste<sup>®</sup>) e b) período de armazenamento (0, 15, 30, 45, 60 e 90 dias)..... 43
- Figura 10- Primeira contagem da germinação (a), germinação (b) e índice de velocidade de germinação (c) de sementes de soja, cultivar AS 3590 IPRO, relacionados à aplicação de micronutrientes e bioestimulante..... 47
- Figura 11- Análise de componentes principais (ACP), para sementes de soja, cultivar NEO 610 IPRO, considerando as variáveis envelhecimento acelerado (EA), emergência da plântula (EP), germinação (GER), primeira contagem (PC), índice de velocidade de germinação (IVG), índice de velocidade de emergência da plântula (IVE), comprimento da plântula (CPL), comprimento do hipocótilo (CH), comprimento da raiz primária (CRP), massa da matéria seca do hipocótilo (MSH), massa da matéria seca da plântula (MSPL) e massa da matéria seca da raiz primária (MSRP), em relação aos fatores: a) tratamentos (Controle; Grap Co + Mo<sup>®</sup>; Nanoóxidos; Stimulate<sup>®</sup> e Wurzel Beste<sup>®</sup>) e b) período de armazenamento (0, 15, 30, 45, 60 e 90 dias)..... 55

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Informações técnicas das cultivares de soja AS 3590 IPRO e NEO 610 IPRO.....	23
Tabela 2- Resumo da análise de variância dos resultados relacionados às sementes de soja, cultivar AS 3590 IPRO, referente às aplicações de bioestimulante e micronutrientes: primeira contagem da germinação (PC), germinação (GER), índice de velocidade de germinação (IVG), comprimentos do hipocótilo (CH), da raiz primária (CRP) e da plântula (CPL), massa da matéria seca do hipocótilo (MSH), da raiz primária (MSRP) e da plântula (MSPL), envelhecimento acelerado (EA), emergência da plântula (EP) e índice de velocidade de emergência da plântula (IVE). Palmeira - PR, 2021. ....	31
Tabela 3-Valores médios dos teores de água das sementes de soja, cultivar AS 3590 IPRO, obtidos após a aplicação de micronutrientes e bioestimulante, e avaliadas no início e aos 15 dias, 30 dias, 45 dias, 60 dias e 90 dias de armazenamento (DAA), Palmeira - PR, 2021. ....	32
Tabela 4- Resultados da primeira contagem do teste de germinação (%) de sementes de soja, cultivar AS 3590 IPRO, relacionados à aplicação de micronutrientes e bioestimulante, e avaliadas no início e aos 15 dias, 30 dias, 45 dias, 60 dias e 90 dias de armazenamento (DAA). Palmeira - PR, 2021.....	33
Tabela 5- Índice de velocidade de germinação (IVG) de sementes de soja, cultivar AS 3590 IPRO, relacionados à aplicação de micronutrientes e bioestimulante e avaliadas no início e aos 15 dias, 30 dias, 45 dias, 60 dias e 90 dias do armazenamento (DAA). Palmeira-PR, 2021. ...	35
Tabela 6- Comprimentos do hipocótilo (CH), da raiz primária (CR) e da plântula (CPL) de soja, cultivar AS 3590 IPRO, relacionados à aplicação de micronutrientes e bioestimulante e avaliadas no início e aos 15 dias, 30 dias, 45 dias, 60 dias e 90 dias do armazenamento (DAA). Palmeira - PR, 2021.....	36
Tabela 7- Massas da matéria seca do hipocótilo (MSH), da raiz primária (MSRP) e da plântula (MSPL) de soja, cultivar AS 3590 IPRO, relacionadas à aplicação de micronutrientes e bioestimulante, avaliadas no início e aos 15 dias, 30 dias, 45 dias, 60 dias e 90 dias do armazenamento (DAA). Palmeira - PR, 2021. ....	38
Tabela 8- Teste de envelhecimento acelerado de sementes de soja, cultivar AS 3590 IPRO, relacionadas à aplicação de micronutrientes e bioestimulante e avaliadas no início e aos 15 dias, 30 dias, 45 dias, 60 dias e 90 dias do armazenamento (DAA). Palmeira - PR, 2021.....	40
Tabela 9- Emergência de plântulas de soja, cultivar AS 3590 IPRO, relacionada à aplicação de micronutrientes e bioestimulante e avaliadas no início e aos 15 dias, 30 dias, 45 dias, 60 dias e 90 dias do armazenamento (DAA). Palmeira - PR, 2021.....	40
Tabela 10- Índice de velocidade de emergência (IVE) de plântulas de soja, cultivar AS 3590 IPRO, relacionado à aplicação de micronutrientes e bioestimulante e avaliadas no início e aos 15 dias, 30 dias, 45 dias, 60 dias e aos 90 dias do armazenamento (DAA). Palmeira- PR, 2021. ....	41
Tabela 11- Correlações obtidas por meio da matriz de correlação da Análise de Componentes Principais (ACP), considerando variáveis em comparação aos tratamentos e períodos de armazenamento, para a cultivar AS 3590 IPRO. Palmeira- PR, 2021. ....	42
Tabela 12- Resumo da análise de variância dos resultados relacionados às sementes de soja, cultivar NEO 610, referente às aplicações de bioestimulante e micronutrientes: primeira contagem da germinação (PC), germinação (GER), índice de velocidade de germinação (IVG), comprimentos do hipocótilo (CH), da raiz primária (CRP) e da plântula (CPL), massa da matéria seca do hipocótilo (MSH), da raiz primária (MSRP) e da plântula (MSPL), envelhecimento acelerado (EA), emergência da plântula (EP) e índice de velocidade de emergência da plântula (IVE). Palmeira - PR, 2021. ....	44

Tabela 13- Valores médios do teor de água das sementes de soja, cultivar NEO 610, obtidos após a aplicação de micronutrientes e bioestimulante, e avaliadas no início e aos 15 dias, 30 dias, 45 dias, 60 dias e 90 dias do armazenamento (DAA), Palmeira - PR, 2021.....	45
Tabela 14- Comprimentos de hipocótilo (CH), raiz primária (CRP) e plântula (CPL) de soja, cultivar NEO 610, relacionados à aplicação de micronutrientes e bioestimulante nas sementes, avaliados no início e aos 15 dias, 30 dias, 45 dias, 60 dias e 90 dias do armazenamento (DAA). Palmeira - PR, 2021.....	48
Tabela 15- Massa da matéria seca do hipocótilo (MSH), massa da matéria seca da raiz primária (MSRP) e massa da matéria seca da plântula (MSPL) de soja, cultivar NEO 610, relacionadas à aplicação de micronutrientes e bioestimulante e avaliadas no início e aos 15 dias, 30 dias, 45 dias, 60 dias e aos 90 dias do armazenamento (DAA). Palmeira - PR, 2021.....	50
Tabela 16- Teste de envelhecimento acelerado de sementes de soja, cultivar NEO 610, relacionado à aplicação de micronutrientes e bioestimulante e avaliadas no início e aos 15 dias, 30 dias, 45 dias, 60 dias e aos 90 dias do armazenamento (DAA). Palmeira- PR, 2021. ....	52
Tabela 17- Emergência de plântulas de soja, cultivar NEO 610, relacionada à aplicação de micronutrientes e bioestimulante e avaliadas no início e aos 15 dias, 30 dias, 45 dias, 60 dias e aos 90 dias do armazenamento (DAA). Palmeira - PR, 2021. ....	52
Tabela 18- Índice de velocidade de emergência da (IVE) de plântulas de soja, cultivar NEO 610, relacionados à aplicação de micronutrientes e bioestimulante e avaliadas no início e aos 15 dias, 30 dias, 45 dias, 60 dias e aos 90 dias do armazenamento (DAA). Palmeira- PR, 2021. ....	53
Tabela 19- Correlações obtidas por meio da matriz de correlação da Análise de Componentes Principais (ACP), considerando variáveis em comparação aos tratamentos e períodos de armazenamento, para sementes de soja, cultivar NEO 610. Palmeira- PR, 2021. ....	54

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>12</b>
<b>2 OBJETIVOS .....</b>	<b>14</b>
2.1 OBJETIVO GERAL.....	14
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	14
<b>3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....</b>	<b>15</b>
3.1 A CULTURA DA SOJA .....	15
3.2 QUALIDADE DA SEMENTE DE SOJA .....	15
3.4 APLICAÇÃO DE COBALTO, MOLIBDÊNIO E ZINCO EM SEMENTES DE SOJA ..	17
3.5 APLICAÇÃO DE BIOESTIMULANTES EM SEMENTES .....	20
<b>4 MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>23</b>
4.1 SEMENTES .....	23
4.2 LOCAL DA PESQUISA .....	23
4.3 APLICAÇÃO DOS PRODUTOS, ARMAZENAMENTO E PERÍODO DE ARMAZENAMENTO DAS SEMENTES DE SOJA.....	23
4.4 TESTES PARA A AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DAS SEMENTES DE SOJA.....	25
4.4.1 Teor de água (TA) .....	25
4.4.2 Teste de Germinação (TG) .....	25
4.4.3 Primeira contagem do teste germinação (PCG) .....	26
4.4.4 Comprimento da plântula (CP).....	27
4.4.5 Massa da matéria seca da plântula (MSP1) .....	27
4.4.6 Envelhecimento acelerado (EA).....	27
4.4.7 Emergência da plântula (EP) .....	28
4.4.8 Índices de velocidade de germinação (IVG) e de velocidade de emergência da plântula (IVEP1).....	29
4.5 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL .....	29
<b>5 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>31</b>
5.1 Cultivar AS 3590 IPRO.....	31
5.2 Cultivar NEO 610.....	41
<b>6 CONCLUSÕES.....</b>	<b>56</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>57</b>

## 1 INTRODUÇÃO

O cultivo da planta de soja *Glycine max* (L.) Merrill é uma das principais atividades socioeconômica no Brasil, em função da exportação (CUNHA; HAMAWARI; SOUSA, 2013).

O mercado brasileiro de sementes é estimado, aproximadamente, em 10 R\$ bilhões ao ano e a taxa média de utilização de sementes de soja é de 71% (ABRASEM, 2018). A produção brasileira da cultura para a safra 2021/2022 foi de 125.552,3 milhões de toneladas, com um rendimento médio da planta de 3.029 kg.ha<sup>-1</sup>, atingindo uma demanda interna de 52,1 milhões de toneladas e uma área semeada de aproximadamente 41.452,0 milhões hectares (CONAB, 2022).

Essa produção expressiva está atrelada a diversos fatores, como manejo adequado da planta e à utilização de sementes com qualidade superior, associado também ao uso de produtos nas sementes que possibilitam a melhoria do desempenho destas no campo para que ocorra uma excelente produção e implementação da cultura (LUDWIG et al., 2015). Diante disso, nos últimos anos vários produtos comerciais estão sendo aplicados nas sementes, tais como, micronutrientes, aminoácidos, hormônios e que são denominados de bioestimulantes e, ou, fertilizantes líquidos.

Os bioestimulantes são misturas consideradas complexas de um ou mais reguladores de crescimento de forma natural ou sintetizada com outras substâncias (FEREIRA et al., 2007; LIMA et al., 2020) que podem ser aplicados diretamente nas plantas, via foliar ou nas sementes. Com finalidade de promoverem o equilíbrio hormonal e nutricional das plantas, favorecendo a expressão do potencial genético e, em consequência, estimulando o desenvolvimento do sistema radicular (CASTRO; VIEIRA, 2001; KOLLNG et al., 2016).

Os reguladores de crescimento são associados aos micronutrientes para a aplicação nas sementes, para favorecer a germinação e o vigor, bem como o estabelecimento das plantas no campo (SILVA et al., 2008). Esses produtos aumentam a capacidade de absorção de água e de nutrientes, bem como a resistência das plantas à deficiência da água (PERIPOLLI, et al., 2020).

Apesar das vantagens, os resultados das pesquisas com bioestimulantes são contraditórios e variáveis, em relação à aplicação nas sementes. A aplicação do bioestimulante Stimulate<sup>®</sup> em sementes de soja não afetou a germinação da semente e o vigor das plântulas, sendo que obtiveram aumento na germinação, massa da matéria seca da plântula e da semente (VIEIRA; CASTRO, 2001). Porém, tem sido verificado que o aumento das doses do bioestimulante Stimulate<sup>®</sup> não causaram diferenças na germinação e biomassa de matéria seca

de sementes de soja, entretanto verificaram diferenças na velocidade de germinação das sementes, de acordo com a cultivar (MORTELE et al., 2011).

Assim como os bioestimulantes, as respostas à aplicação de micronutrientes através de fertilizantes líquidos também são variáveis, apesar do aumento da utilização destes produtos e da sua importância para a agricultura. São incorporados por meio da aplicação na semente para minimizar problemas de deficiência de nutrientes, durante os processos de germinação, desenvolvimento de plântulas e produção de grãos na lavoura (LUCHESE et al., 2014).

O molibdênio (Mo) e o cobalto (Co) são elementos amplamente utilizados nas sementes de soja, pois atuam em conjunto para o processo de fixação biológica de nitrogênio (SOUZA et al., 2009). Em função da ação direta dos micronutrientes em processos biológicos essenciais para a planta da soja, existem várias pesquisas relacionando estes processos. Com a aplicação de Co a 1,7, 1,2 e 1,0% e Mo a 17, 12 e 12,5% na semente e nas folhas, afirmaram que houve incrementos significativos do rendimento da planta, com aumentos de até 240 kg de grãos por hectare (DOURADO NETO et al., 2012). Porém, em resultados de outros trabalhos não houve aumento significativo no rendimento dos grãos (CAMPOS; GNATTA, 2006; GHIS; CASTRO; OLIVEIRA, 2005).

O zinco (Zn) é também considerado um micronutriente necessário para todas as plantas, pois desempenha um papel vital nas atividades fisiológicas dos vegetais, como biossíntese das proteínas, clorofila, fertilização e a produção das sementes (SINGH et al., 2018). Sendo que as aplicações de diferentes quantidades de Zn a 45% não afetaram a qualidade das sementes de soja produzidas (LEMES, et al., 2017).

Os resultados relacionados à aplicação de bioestimulante e micronutrientes nas sementes indicam que as respostas às aplicações dependem de muitos fatores, tais como a espécie da planta a ser utilizada, o genótipo, a composição das substâncias húmicas destes produtos e as condições ambientais, sendo assim, é essencial verificar a interferência destes produtos para o desenvolvimento das plantas (FERREIRA et al., 2007). Além disso, outro fator importante a ser observado é que esses produtos não devem interferir na qualidade das sementes, seja imediatamente ou após a aplicação, durante o período de armazenamento (DAN et al., 2010). Dessa forma, é necessário conhecer a influência desses produtos sobre a qualidade da semente no decorrer do período de armazenamento. Diante do exposto, nesta pesquisa serão avaliados os parâmetros fisiológicos das sementes de soja em função da aplicação de micronutrientes e bioestimulante, imediatamente após a aplicação e durante o armazenamento.

## 2 OBJETIVOS

### 2.1 OBJETIVO GERAL

Avaliar o efeito dos fertilizantes líquidos, à base de Nanoóxidos de Co, Mo e Zn enriquecidos com aminoácidos hidrolisados, de quelatos de Co, Mo e Zn enriquecidos com aminoácidos hidrolisados (Würzel Beste<sup>®</sup>), do bioestimulante Stimulate<sup>®</sup> e do produto à base de Co+Mo, aplicados nas sementes soja, sobre os parâmetros fisiológicos em função do período de armazenamento.

### 2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- i. Avaliar a germinação e o índice de velocidade de germinação das sementes de soja com micronutrientes e bioestimulante por meio dos testes de germinação;
- ii. Determinar o crescimento das plântulas, a partir da determinação do comprimento médio da parte aérea e da raiz primária das plântulas da soja com micronutrientes e bioestimulante;
- iii. Avaliar o vigor das sementes por meio do teste de envelhecimento acelerado com micronutrientes e bioestimulante;
- iv. Avaliar a emergência da plântula e o índice de velocidade de emergência das plântulas com micronutrientes e bioestimulante;
- v. Determinar a massa da matéria seca das plântulas com micronutrientes e bioestimulante.

### 3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

#### 3.1 A CULTURA DA SOJA

É originária do continente asiático na região da China Antiga (CÂMARA, 1998). Pertencente à família Leguminosae, subfamília Papilionaceae, tribo Phaseoleae, gênero *Glycine* L. espécie *Glycine max* (L) Merril (CARLSON, 1973). Atualmente, a soja está se tornando uma das culturas de sementes de leguminosas economicamente mais importante para o agronegócio. Fato esse atribuído ao desenvolvimento do mercado internacional, fonte de proteína vegetal e o surgimento de novas tecnologias que viabilizam a sua expansão em diversas regiões do mundo (HIRAKURI; LAZZAROTTO, 2014).

Como uma importante planta que produz sementes oleaginosas, também fornece mais de um quarto da proteína total para a alimentação mundial e animal. Juntamente com o desenvolvimento social e aumento populacional, a demanda por soja está aumentando gradualmente com o passar dos anos (LIU et al., 2020).

A produção da soja na safra 2021/22 foi de aproximadamente 125.552,3 milhões de toneladas com uma área de aproximada em 41.452,0 milhões hectares (CONAB, 2022). A soja produzida no Brasil contém cerca de 40% de proteína e 20% de óleo (MORAES et al., 2006). A quantidade de proteína no grão é determinada por fatores genéticos, no entanto, fatores ambientais e disponibilidade de nutrientes também influenciam o teor de proteína (SOUZA et al., 2009; VEIGA et al., 2010; BARBOSA et al., 2011).

#### 3.2 QUALIDADE DA SEMENTE DE SOJA

Dentre as diversas práticas de manejo da cultura da soja, que são implantadas em uma lavoura visando altas produtividades, a utilização de sementes de alta qualidade é uma das mais importantes (KRYZANOWSKY et al., 2008). E sua qualidade é determinada pelos atributos genéticos, físicos, fisiológicos e sanitários (FRANÇA-NETO; KRZYZANOWSKI, 2004).

Muitos fatores podem afetar a qualidade de sementes, porém o estado nutricional também possui grande importância. A disponibilidade de nutrientes para sementes está associada ao aumento da produtividade e tem influência na formação do embrião, dos tecidos de reserva e do tegumento (CARVALHO; NAKAGAWA, 2000).

O aumento de nutrientes na semente é obtido através da adubação com nutrientes no solo, bem como pulverização na parte aérea das plantas. Todavia, o aumento de nutrientes minerais nas sementes também pode ser alcançado através da aplicação diretamente desses nutrientes às próprias sementes (SFREDO et al., 1997). Dentre os nutrientes, destacam-se o

Mo, Co e Zn por estarem relacionados diretamente a diversas funções metabólicas essenciais às plantas.

Em um estudo sobre a produtividade e a qualidade das sementes de três cultivares de soja (CD-206, BRS-183 e MSOY 7101), em função da aplicação de Mo a 39%, via foliar e nas sementes na dose de 20 g.ha<sup>-1</sup> as sementes produzidas com duas aplicações de Mo, 400 g.ha<sup>-1</sup> nos estádios R3 e R5, apresentaram altas concentrações do nutriente e que aplicações nas sementes não afetaram a qualidade fisiológica, assim como a produtividade e o peso de mil sementes (POSSENTI; VILLELA, 2010). A aplicação de Mo a 40% e Co na região dos Cerrados na qualidade fisiológica de sementes de soja da cultivar BRS 133 proporcionou aumento na germinação e emergência de plântulas em campo (GUERRA et al., 2006).

O tratamento com fungicida carbendazim+thiram, micronutrientes Co a 1%, Mo a 12%, boro a 1% e polímero, utilizando até 600 mL de líquido da mistura por 100 kg de sementes de soja da cultivar BRS 153, não causou prejuízos para a qualidade fisiológica das mesmas, mas o aumento da dose de 200 para 400 mL de micronutrientes foi prejudicial para a emergência das plântulas em casa de vegetação, devido ao aumento do volume final da mistura para 800 mL por 100 kg de sementes (BAYS et al., 2007).

O uso do bioestimulante Stimulate<sup>®</sup> nas sementes de soja, cultivar BRS 123, pulverizado no sulco de semeadura e a aplicação foliar, no estágio V5, favoreceram o aspecto das plantas, o número de plantas e, conseqüentemente, a produtividade e o peso dos grãos, apesar de um decréscimo na velocidade de emergência da plântula, que se normalizou com o passar do tempo (ALMEIDA; LEITE; MONFERDINI, 2004).

Em contrapartida, alguns estudos com bioestimulantes demonstraram efeitos colaterais sobre o desenvolvimento da planta da soja. Após análise de variância dos resultados avaliados as aplicações nas sementes de soja, cultivar 7166RSF IPRO, do bioestimulante Pengergetic<sup>®</sup> e de adubo químico 200 kg.ha<sup>-1</sup> da fórmula 2-23-23 (N-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-K<sub>2</sub>O), não causaram variação para a produção de grãos, a produção total de fitomassa e a massa de mil grãos e os demais componentes de rendimento (CERIBOLLA, 2015).

Ocorreu efeito fitotóxico em raízes da planta da soja, da cultivar BRS 184, em redução da espessura, com a combinação de inseticidas aldicarb, thiametoxan, imidacloprid e o bioestimulante Stimulate<sup>®</sup>, porém esses mesmos produtos não prejudicaram a germinação das sementes (CASTRO et al., 2008). Após os estudos apontados é fundamental a escolha apropriada de bioestimulantes, micronutrientes e sua associação com outros produtos, já que as respostas variam de acordo com as características específicas da cultivar a ser utilizada.

### 3.3 ARMAZENAMENTO DE SEMENTES DE SOJA

O armazenamento tem como objetivo conservar a qualidade das sementes por períodos prolongados (BAUDET; VILLELA, 2012). Muitos fatores podem interferir na qualidade das sementes durante o armazenamento, incluindo genótipo, tipo de semente, estágio de maturação, produtos aplicados, teor de água inicial, temperatura, umidade relativa do ar, pressão de oxigênio e infecções de fungos e bactérias (BONNER, 2008).

Apesar das aplicações de diferentes produtos nas sementes de soja ser uma técnica favorável para melhorar o desempenho das plântulas, ainda existem dúvidas quanto à manutenção do parâmetro fisiológico das sementes durante o armazenamento e são poucos os resultados descritos na literatura em relação às aplicações de micronutrientes e bioestimulantes.

Para as sementes de soja, da cultivar Conquista, antes e após seis meses de armazenamento, a aplicação do bioestimulante Stimulate<sup>®</sup> e micronutrientes Co e Mo, causou redução da germinação das sementes e do vigor das plântulas, porém não afetaram a nodulação e a produtividade da planta (FERREIRA et al., 2006). A aplicação de diferentes produtos, como fungicidas, inseticidas e o bioestimulante Stimulate<sup>®</sup> nas sementes de soja da cultivar NK 7059 RR, após os períodos de 90 dias e 180 dias de armazenamento, contribuiu para que a perda de vigor das sementes causadas pelo processo de armazenamento fosse mais lenta quando comparada com sementes sem aplicação dos produtos. Além disso, os produtos mantiveram a emergência da plântula no campo por até 90 dias (ALMEIDA et al., 2014).

Alguns fungicidas, inseticidas e fertilizantes líquido compostos por N (40 g/L), P (120 g/L), K (25 g/L), Ca (25 g/L), S (17 g/L), B (16 g/L), Co (5 g/L), Mo (25 g/L) e Zn (7 g/L) e aminoácidos como a metionina, triptofano, ácido glutâmico, alanina, arginina, prolina, fenilalanina, lisina, ácido aspártico, glicina e valina foram avaliados quando aplicados nas sementes de soja, da cultivar NA 5909 RG, imediatamente e aos 45 dias de armazenamento; aos 45 dias houve redução do vigor e da germinação. Nos testes realizados imediatamente após a aplicação dos produtos ou decorridos os 45 dias de armazenamento, a adição do fertilizante líquido manteve resultados superiores da qualidade das sementes em relação aos demais produtos (MATERA et al., 2018).

### 3.4 APLICAÇÃO DE COBALTO, MOLIBDÊNIO E ZINCO EM SEMENTES DE SOJA

A disponibilidade de produtos comerciais contendo micronutrientes em sua composição aumentou nos últimos anos, bem como a utilização na agricultura. A aplicação nas sementes é uma forma de adicionar micronutrientes para as plantas, apresenta muitas vantagens tais como,

melhorar uniformidade de aplicação, bom aproveitamento pela planta e, principalmente, redução dos custos de aplicação desses produtos na parte aérea (LUCHESE et al., 2004), podendo ser uma alternativa eficiente para a garantia de quantidades adequadas para o desenvolvimento das culturas. Os micronutrientes também favorecem a tolerância as plantas aos estresses abióticos, causados pela seca e bióticos (pragas e doenças), devido à eficiência do uso da água e sanidade das plantas (ANGLE et al., 2017).

As fontes de micronutrientes para aplicação em sementes podem ser à base de sais solúveis em água, como os sulfatos e molibdatos, à base de óxidos, quelatos e complexos. Os óxidos são definidos por meio da legislação brasileira de fertilizantes e corretivos, quando são fonte de micronutrientes, como produtos insolúveis em água, mas com formas de micronutrientes disponíveis às plantas quando aplicados no solo (PAULETTI; MOTTA, 2019).

Os quelatos podem ser sintéticos ou naturais, os complexos orgânicos naturais e as várias combinações constituem as fontes orgânicas de micronutrientes. Os quelatos são formados pela combinação de um agente quelatizante com um metal através de ligações coordenadas, são considerados muito solúveis em água, mas são de absorção foliar difícil. Porém após serem absorvidos, a translocação na planta é rápida (LEUCENA, 2009).

Recentemente são utilizadas as formulações de nanofertilizantes com uma alternativa para os fertilizantes químicos para as plantas. Os nanofertilizantes são nutrientes de nanodimensões que variam de 30 a 40 nm (nanômetros), que liberam nutrientes lentamente em comparação com os fertilizantes convencionais. Os nanofertilizantes podem ser classificados em nanofertilizantes de macronutrientes e de micronutrientes, têm potencial para aumentar a produtividade das plantas, favorecendo a germinação das sementes e o crescimento das plântulas, entre outros benefícios (ZULFIQAR et al., 2019).

Os micronutrientes regularmente aplicados nas sementes de soja são o Mo e o Co e as indicações técnicas atuais são de 2 a 3 g de Co e 12 a 30 g de Mo ha<sup>-1</sup> na semente ou em pulverização foliar, nos estádios V3-V5 (EMBRAPA, 2003). O Co é considerado um elemento benéfico para a planta da soja, pois influencia na absorção do nitrogênio, sendo necessário para a síntese da cobalamina (vitamina B12), a qual participa das reações metabólicas para a formação da leghemoglobina, além de regular a quantidade dos nódulos impedindo a inativação da enzima nitrogenase (CERETTA et al., 2005). Portanto, deficiência de Co pode causar deficiência de N na soja, devido à redução da fixação do N<sub>2</sub> (SFREDO; OLIVEIRA, 2010).

O Mo é um micronutriente essencial para as plantas e a aplicação nas sementes de soja constitui uma das formas mais prática e eficaz para a suplementação. A função mais importante do Mo nas plantas está associada ao metabolismo do nitrogênio, pois faz parte direta da

molécula da nitrogenase, que catalisa a redução do  $N_2$  atmosférico a  $NH_3$ , reação pela qual o *Rhizobium* dos nódulos radiculares supre de  $N_2$  a planta hospedeira (GUPTA; LIPSETT, 1981; LANTMANN, 2002). O Mo também faz parte da enzima redutase de nitrato, no qual participa como co-fator catalisando a redução de  $NO_3^-$  a  $NO_2^-$  (MENGEL; KIRBY, 2001).

A avaliação da eficiência de um produto à base de Zn, boro, Mo e Co aplicados nas sementes de soja, da cultivar BRSMG 68 (vencedora), não indicou efeitos negativos na qualidade avaliada por meio do teste de germinação, da primeira contagem do teste de germinação da semente e emergência da plântula (VANZOLINI; MARTINELLI-SENEME; SILVA, 2006).

O fertilizante líquido Super CoMo<sup>®</sup>, composto por 45 g/L de N, 2 g/L de B, Mo 50 g/L, matéria orgânica 8,0% e aminoácidos livres 6,0%, aplicado na dose 2 mL kg<sup>-1</sup> de sementes de soja, cultivar V-MAX RR, teve influência positiva no comprimento da parte aérea da planta, além de favorecer a produtividade da planta (HERMES; NUNES; NUNES, 2015).

Em um estudo com aplicação de Mo e Co em sementes de soja, da cultivar BRS 133, em conjunto com adubação foliar das plantas, houve aumento do teor de proteínas das sementes, além de promover incrementos significativos no rendimento dos grãos e na altura das plantas (MESCHÉDE et al., 2004). O uso de Mo nas sementes de soja causou aumento médio de 5,8 sacas por hectare, e em relação ao teor de Mo nas sementes as respostas foram inferiores quando as sementes já tinham teores iniciais alto deste micronutriente (BROCH; RANNO, 2005).

Porém em outro trabalho os resultados não foram satisfatórios em função das aplicações do Mo nas sementes e na parte aérea, pois não houve diferenças significativas na produtividade e no peso de mil sementes (ZANCANARO; TESSARO; HILLESHEIM, 20003). É essencial considerar a aplicação de altas doses de Mo nas sementes de soja junto com o uso de inoculantes, pois pode causar a redução do número de células viáveis de *Bradyrhizobium* (ALBINO; CAMPO, 2001).

Para a aplicação de outros micronutrientes como Zn, Cu, Fe Mn, B e Cl na planta da soja não há consenso na literatura, porém são sugeridas somente em solos ou plantas com baixos teores destes nutrientes (PAULETTI; MOTTA, 2019). O Zn é um micronutriente fundamental para diversos processos fisiológicos e para a nutrição mineral das plantas, pois participa em diversos processos, dentre os quais a fotossíntese, respiração, o Controle hormonal, a síntese de aminoácidos e de proteínas, e a redução do nitrato (MALAVOLTA, 2006). Está relacionado à produção do ácido indol acético, hormônio vegetal de crescimento, e ao metabolismo do nitrogênio (MARSCHNER, 1995). A eficiência da aplicação de zinco nas sementes tem como

princípio a translocação do nutriente da semente para a planta. Dessa forma a reserva de zinco na semente constitui fonte deste nutriente para as plantas (RIBEIRO; SANTOS, 1996).

A aplicação de Zn nas sementes de soja, da cultivar V-Max RR, nas doses de 2 a 6 mL kg de sementes, favoreceu a qualidade das sementes e componentes de rendimento das plantas (LEMES et al., 2017). Porém as doses entre 6 e 10 mL de Zn por kg de sementes, foram as que favoreceram a desenvolvimento das plantas do milho, do trigo, da soja, do girassol, do amendoim e da mostarda (SINGH, 2007). Em contrapartida, a aplicação nas sementes de soja do fertilizante líquido com Zn e nitrogênio em associação com inoculantes, causou redução na nodulação das plantas de soja, interferindo no crescimento inicial da planta (DOMIT et al., 1990). Dessa forma mesmo os micronutrientes requeridos em pequenas quantidades pelas plantas, são nutrientes essenciais para o desenvolvimento da fase vegetativa e são essenciais para a nutrição (LUCHESE et al., 2004).

### 3.5 APLICAÇÃO DE BIOESTIMULANTES EM SEMENTES

Os bioestimulantes são uma mistura de biorreguladores com outras substâncias de caráter químico tais como, vitaminas, aminoácidos, sais minerais, também podem conter substâncias orgânicas provenientes de algas e microrganismos (CASTRO et al., 2009; DU JARDIN, 2015). São substâncias naturais ou sintéticas que podem ser aplicadas diretamente nas plantas ou nas sementes, com finalidade de incrementar a produção e melhorar o desenvolvimento das plantas (YAKNIN et al., 2017). Agem diretamente na degradação de substâncias de reservas das sementes e na diferenciação, divisão e alongamentos celulares (CASTRO; VIEIRA, 2001).

Possuem também influência nos processos metabólicos nas plantas, tais como: respiração, fotossíntese, síntese de ácidos nucleicos e absorção de nutrientes (HAMZA; SUGGARS, 2001). A aplicação de bioestimulantes nas sementes favorece a germinação das sementes e a uniformidade do desenvolvimento das plântulas em condições de campo (ARAGÃO et al., 2003). Além disso, a utilização dessas substâncias nos primeiros estágios de desenvolvimento da planta estimula o crescimento radicular, proporcionando recuperação rápida em momentos de estresse hídrico, a resistência aos insetos, às doenças e aos nematoides (LANA et al., 2009).

A aplicação do Stimulate<sup>®</sup> nas sementes de soja, feijão e arroz causou aumentos expressivos sobre a produtividade das plantas. Para as sementes de soja na dose de 3,5 mL de Stimulate<sup>®</sup> por 0,5 kg de sementes, proporcionou a emergência máxima de plântulas normais

(VIEIRA, 2001). A utilização do bioestimulante Stimulate<sup>®</sup> nas sementes de soja da cultivar BRS 246 RR, associado a outros produtos, com cinco doses aplicadas via foliar em dois estágios de desenvolvimento da planta (V3 e V5), causou alteração na qualidade das sementes, diminuindo o vigor com o incremento das doses na fase reprodutiva, porém quando aplicado nas sementes aumentou a porcentagem de plântulas normais (ALBRECHT et al., 2010).

O uso do mesmo bioestimulante proporcionou aumento de 37% na produção de grãos de soja em relação a testemunha, sendo que esses resultados não diferiram entre si em relação à forma de aplicação, tanto nas sementes como nas folhas, nas cultivares de soja Conquista e Valiosa RR (BERTOLIN et al., 2010). Na cultivar de soja CD 206, com a aplicação do Stimulate<sup>®</sup> antes da semeadura e no sulco de semeadura emergiram antes que a testemunha e apresentaram um maior número de sementes germinadas após dez dias de semeadura (MILLÉO; MONFERDINI, 2004). No entanto, utilizando a aplicação conjunta de giberelina e citocinina nas sementes de soja da cultivar IAC 17, observaram que os efeitos da giberelina foram reduzidos quando a aplicação foi associada ao outro hormônio, visto que o número de plântulas emergidas aos 15 dias também foi inferior em relação à aplicação conjunta nas sementes (LEITE; ROSELEM; RODRIGUES, 2003).

O uso de bioestimulantes associado ao dos fungicidas em sementes de soja, não afetaram a germinação da semente e nem o vigor das plântulas, evidenciando que pode ser realizada em uma única operação, com vantagens para o produtor da semente (OLIVEIRA; MONFERDINI, 2004). A adição de inseticidas, fungicidas e bioestimulante Stimulate<sup>®</sup> nas sementes de soja, da cultivar BMX Potência RR, geraram acréscimos para massa da matéria seca das raízes das plântulas nos tratamentos associados ao bioestimulante do que aos demais tratamentos (CALMON et al., 2012). Algumas empresas têm investido no desenvolvimento de novos produtos, como bioestimulantes e aditivos, para incorporação nas sementes e uso foliar visando favorecer a produtividade das plantas. No entanto, há restrição de informações sobre a interferência dos aditivos à base de hormônios, micronutrientes, aminoácidos e vitaminas na qualidade das sementes e a produtividade das plantas.

Sendo assim, os bioestimulantes, micronutrientes e fertilizantes líquidos têm potenciais de uso para a aplicação em sementes de soja, devido seus efeitos benéficos tanto nas sementes como nas plântulas, como o aumento na taxa de germinação, produtividade, uniformidade de plântulas no campo, peso de grãos entre outros benefícios. Como há poucos relatos na literatura sobre os efeitos deletérios desses produtos para as sementes de soja, é essencial estudar as misturas com outros produtos, bem como as doses utilizadas, pois alguns produtos com

aumento de dose ou em associação, podem reduzir a germinação e o vigor da semente durante o armazenamento e a emergência da plântula em campo.

## 4 MATERIAL E MÉTODOS

### 4.1 SEMENTES

Para a pesquisa foram avaliadas sementes de soja, das cultivares AS 3590 IPRO e NEO 610 IPRO da safra de 2020/2021 (Tabela 1), fornecidas pela empresa Agropedrinho Comercio de Insumos e Cereais. A cultivar AS 3590 IPRO tem ciclo precoce, grupo de maturação 5.9, hábito de crescimento indeterminado, alto potencial produtivo, além de possuir resistência a pústula bacteriana e ao cancro da haste (AGRO BAYER BRASIL, 2022). E a cultivar NEO 610 IPRO possui grupo de maturação 6.1, hábito de crescimento indeterminado, alta ramificação e resistência ao cancro da haste, mancha olho de rã, pústula bacteriana e podridão radicular de *Phytophthora* (NEO GEN SEMENTES, 2022).

Tabela 1- Informações técnicas das cultivares de soja AS 3590 IPRO e NEO 610 IPRO.

	AS 3590 IPRO	NEO 610 IPRO
PMS (g)	206,1	166,5
Peneira	6,5	6,5
Categoria	S2	C2
Pureza (%)	99	99

Fonte: a autora.

### 4.2 LOCAL DA PESQUISA

O experimento foi conduzido no Laboratório de Análise de Sementes da Estação Experimental Agrícola Campos Gerais (EEACG) em Palmeira-PR.

### 4.3 APLICAÇÃO DOS PRODUTOS, ARMAZENAMENTO E PERÍODO DE ARMAZENAMENTO DAS SEMENTES DE SOJA

Os produtos aplicados nas sementes de soja foram os fertilizantes líquidos, Nanoóxidos de Co (16 g/L), Mo (100 g/L) e Zn (40 g/L) enriquecidos com aminoácidos hidrolisados e blend hormonal (giberelina, auxina e citocinina) dose de 200 mL/100 kg de sementes. O fertilizante líquido de quelatos (Würzel Beste<sup>®</sup>), composto por Co (16 g/L), Mo (100 g/L) e Zn (40 g/L) enriquecidos com aminoácidos hidrolisados e blend hormonal (giberelina, auxina e citocinina) na dosagem de 200 mL/100 kg de sementes. O bioestimulante Stimulate<sup>®</sup> (0,009% de cinetina, 0,005% de auxina e 0,005% de ácido giberélico) na dose 250 mL/100 kg de sementes e do produto GRAP Co+Mo raiz<sup>®</sup> (70 g/L de Mo e 10 g/L de Co), na dose 250 mL/100 kg de sementes, além das sementes Controle, ou seja, sementes originais sem aplicação de qualquer produto.

Para a aplicação dos produtos foram utilizados sacos plásticos de capacidade de 4,0 kg seguindo as doses estabelecidas (Figura 1 A e B). Cada produto foi aplicado nas sementes de soja de cada cultivar, em amostras previamente pesadas contendo 1,0 kg de sementes, seguida da agitação manual durante cinco minutos; em seguida as sementes foram colocadas sobre papel para secar em ambiente natural. Após a secagem, as sementes foram, então, colocadas em sacos duplos de papel, com capacidade para 1,0 Kg cada (Figura 1 C).

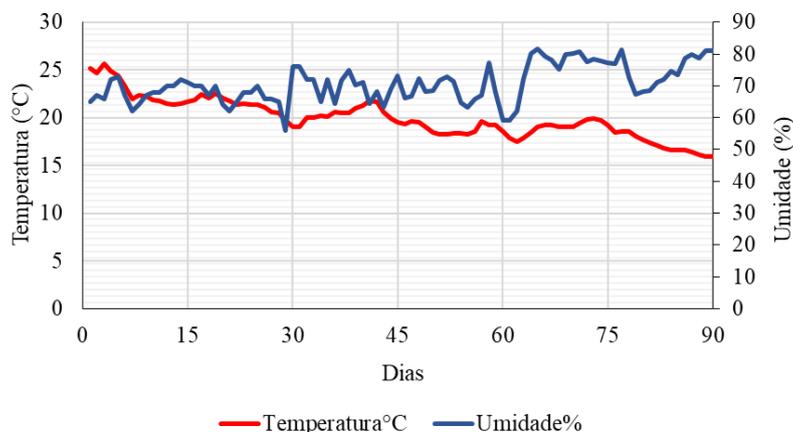
As sementes que constituíram as amostras corresponderam às sementes colocadas em 1 saco duplo de papel, com capacidade de 1,0 kg para cada produto e cultivar testada. As sementes foram avaliadas imediatamente após a aplicação dos produtos e, em seguida, armazenadas em ambiente natural no Laboratório de Análise de Sementes da Estação Experimental Agrícola Campos Gerais, Palmeira-PR, para serem avaliadas aos 15 dias e aos 30 dias, 45 dias, 60 dias e 90 dias. Durante a execução da pesquisa, a temperatura e umidade relativa do ar foram registradas e armazenadas em um *Datalogger* modelo RC-61 (Elitech®) com intervalos de registro de 60 minutos (Figuras 2 e 3).

Figura 1- Produtos aplicados nas sementes de soja (A); Aplicação utilizando sacos plásticos (B); Armazenamento das sementes em sacos duplos de papel (C). Palmeira-PR, 2021



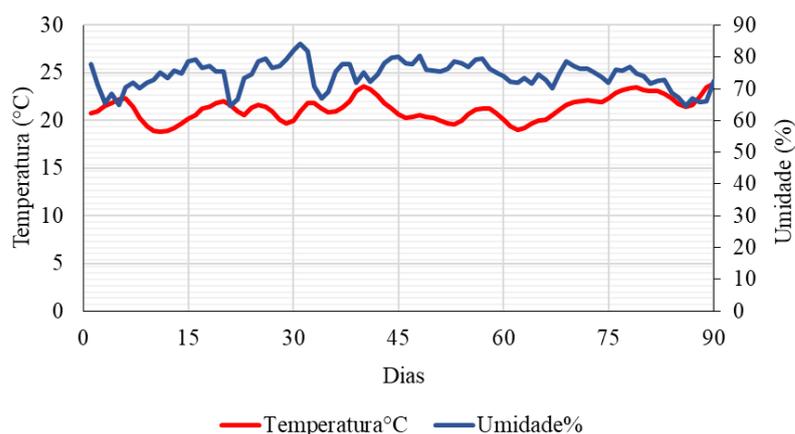
Fonte: a autora.

Figura 2- Médias diárias de temperatura e umidade relativa do ar registradas em ambiente de laboratório, durante o armazenamento das sementes de soja, da cultivar AS 3590 IPRO, nos meses de março a junho de 2021. Palmeira-PR.



Fonte: a autora.

Figura 3- Médias diárias de temperatura e umidade relativa do ar registradas em ambiente de laboratório, durante o armazenamento das sementes de soja, da cultivar NEO 610 IPRO nos meses de agosto a novembro de 2021. Palmeira-PR.



Fonte: a autora.

#### 4.4 TESTES PARA A AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DAS SEMENTES DE SOJA

##### 4.4.1 Teor de água (TA)

O teor de água das sementes foi determinado, inicialmente e no final de cada período de armazenamento, por meio do método da estufa a  $105^{\circ}\text{C} \pm 3^{\circ}\text{C}$ , por um período de 24 horas, utilizando duas repetições; os resultados são expressos em porcentagem (%) média, base úmida (b.u), Brasil (2009).

##### 4.4.2 Teste de Germinação (TG)

O teste foi realizado de acordo com o método descrito nas Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009), com quatro repetições de 50 sementes, utilizando o substrato papel

(RP), umedecido com água destilada equivalente a 2,3 vezes o peso do papel seco. As sementes foram distribuídas sobre duas folhas e cobertas com a terceira folha (Figura 4 A) e, então, foram formados os rolos (Figura 4 B). Após este procedimento, os rolos foram colocados em sacos plásticos de polietileno transparente, dimensões de 40 cm x 60 cm e com 0,033 mm de espessura, e mantidos por sete dias em câmara de germinação, a 25°C. As avaliações foram diárias até a estabilização da germinação das sementes e no último dia foram calculadas as porcentagens de plântulas normais (PN) (Figura 4 C). O resultado representa a quantidade das plântulas normais, expressa em porcentagem.

Figura 4- Teste de germinação das sementes de soja. Sementes dispostas sobre duas folhas de papel de germinação previamente umedecidas (A); Rolos de papel com sementes após a instalação do teste de germinação (B) e avaliação das plântulas no sétimo dia (C). Palmeira-PR, 2021.



Fonte: a autora.

#### 4.4.3 Primeira contagem do teste germinação (PCG)

O teste foi realizado juntamente com o teste de germinação e consistiu na avaliação do número de plântulas normais registrado no quarto dia. Os resultados são expressos em porcentagem média de plântulas normais.

#### 4.4.4 Comprimento da plântula (CP)

Para essa determinação foram avaliadas quatro repetições com 20 sementes, que foram colocadas na mesma posição no terço superior do papel, no sentido longitudinal, previamente umedecido com água destilada, equivalente a 2,3 vezes a quantidade de água retida pelo papel (Figura 5 A). A avaliação foi no sétimo dia após a semeadura, utilizando uma régua (divisão em mm) para determinar os comprimentos da raiz primária (CR), do hipocótilo (CH) e da plântula (CP) (Figura 5 B). Os comprimentos médios do hipocótilo e da raiz primária das plântulas normais foram obtidos pela soma dos comprimentos e dividido pelo número total de sementes semeadas e o comprimento da plântula é a soma dos comprimentos da raiz primária e do hipocótilo. Os valores médios dos comprimentos da plântula, da raiz primária e do hipocótilo são expressos em cm, com uma casa decimal (NAKAGAWA, 1999).

Figura 5- Disposição das sementes de soja para determinar o comprimento da plântula (A); Determinação dos comprimentos, raiz primária, hipocótilo e da plântula. Palmeira-PR, 2021.



Fonte: a autora.

#### 4.4.5 Massa da matéria seca da plântula (MSP1)

Para essa determinação foram utilizadas as partes das plântulas normais obtidas das avaliações do comprimento da plântula, descrito no item 4.4.4., utilizando um bisturi para retirar os cotilédones. Assim, as partes das plântulas foram colocadas em sacos de papel, previamente identificados, e colocadas em estufa, com circulação forçada de ar, a 65°C por 24 horas. Após esse período, as partes das plântulas foram pesadas utilizando balança com 0,001g de precisão (NAKAGAWA, 1999). Os resultados são expressos em gramas por plântula.

#### 4.4.6 Envelhecimento acelerado (EA)

As sementes foram distribuídas em uma camada única sobre uma tela de alumínio fixada no interior da caixa (11cm x 11cm x 3 cm), e no seu interior foram adicionados 40 mL de água destilada e, em seguida, os recipientes foram colocados em um equipamento tipo BOD (*Biological Oxygen Demand*) a 41°C, por 48 horas (Figura 6 A e B). Decorrido esse período,

foi instalado o teste de germinação como descrito no item 4.4.2. e com avaliação no quarto dia (Figura 6 C). O resultado representa a quantidade de plântulas normais, expressa em porcentagem.

Figura 6- Sementes distribuídas em camada única em caixas de acrílico (A); Recipientes mantidos em BOD (*Biological Oxygen Demand*) a 41°C, por 48 horas (C); Teste de germinação (B).



Fonte: a autora.

#### 4.4.7 Emergência da plântula (EP)

Esse teste foi conduzido em ambiente de laboratório em bandejas plásticas individuais, de tamanho padronizado (30,3 x 22,1 x 7,5 cm), com quatro repetições de 50 sementes (Figura 7 A e B) utilizando o substrato areia de textura média, lavada e esterilizada a 200°C em estufa de circulação forçada de ar por duas horas. As sementes de soja foram semeadas a 3 cm de profundidade e a disponibilidade da água do substrato areia foi ajustada para 60% da sua capacidade de retenção, houve o Controle diário de reposição da água durante o teste. As avaliações foram diárias até a estabilização da germinação da semente e da emergência da plântula (Figura 7 C). O resultado representa a quantidade de plântulas normais, expressa em porcentagem.

Figura 7- Emergência da plântula em substrato areia em laboratório (A e B); Avaliação das plântulas normais (C).  
Palmeira-PR, 2021



Fonte: a autora.

#### 4.4.8 Índices de velocidade de germinação (IVG) e de velocidade de emergência da plântula (IVEP1)

Foram calculados com os dados obtidos nas avaliações diárias do teste germinação e da avaliação da emergência da plântula de acordo com a fórmula proposta por Maguire (1962).

$$IVG/IVE = \frac{G1}{N1} + \frac{G2}{N2} + \dots + \frac{GN}{Nn}, \text{ onde:}$$

IVG: índice de velocidade de germinação e ou emergência de plântulas

G1, G2, ... GN: número de plântulas germinadas ou emergidas na primeira, segunda até a última contagem

N1, N2, ... Nn: número de dias desde a primeira, segunda até a última contagem

Os resultados são expressos pelos índices de velocidade de germinação e de emergência da plântula.

#### 4.5 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

Os dados das cultivares foram avaliados separadamente e para as análises o programa estatístico utilizado foi o R Studio.

O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado em esquema fatorial (5x6), com quatro repetições para cada cultivar.

Para todas as variáveis a normalidade e homogeneidade das variâncias dos resíduos foram calculadas pelos testes de *Shapiro-Wilk* (SHAPIRO; WILK, 1965) e Bartlett (BARTLETT, 1937), respectivamente. Posteriormente, os dados foram submetidos à análise de variância para verificar a significância da interação de produtos aplicados nas sementes e períodos de armazenamento. Quando os resultados obtidos foram significativos para os produtos, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro.

Foram realizadas também Análise de Componentes Principais (ACP) para os produtos e períodos de armazenamento para cada cultivar, para fim de detectar qual foi o fator de maior importância, bem como suas variações específicas. Portanto, as variáveis envelhecimento acelerado (EA), Emergência da plântula (EP), Germinação (GER), Primeira contagem (PC), Índice de velocidade de germinação (IVG), Índice de velocidade de emergência da plântula (IVE), comprimento da plântula (CPL), comprimento do hipocótilo (CH), comprimento da raiz primária (CRP), massa da matéria seca do hipocótilo (MSH), massa da matéria seca da plântula (MSPL) e massa da matéria seca da raiz primária (MSRP) foram analisadas em ACP quanto produtos, sementes Controle e períodos, trazendo-se as respectivas correlações, por meio da matriz de correlação.

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 5.1 Cultivar AS 3590 IPRO

Para todas os resultados das variáveis das sementes de soja, cultivar AS 3590 IPRO, a normalidade e homogeneidade das variâncias dos resíduos foram calculadas pelos testes de *Shapiro-Wilk* (SHAPIRO; WILK, 1965) e Bartlett (BARTLETT, 1937), respectivamente. Posteriormente, os dados foram submetidos à análise de variância para verificar a significância da interação de produtos, sementes Controle e períodos de armazenamento.

Quando os resultados foram significativos para produtos e sementes Controle, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro. Houve interação significativa (Tabela 2) para os fatores Controle e produtos à base de Nanoóxidos de Co, Mo e Zn e enriquecidos com aminoácidos hidrolisados, dos quelatos de Co, Mo e Zn e enriquecidos com aminoácidos hidrolisados (Würzel Beste<sup>®</sup>), do bioestimulante Stimulate<sup>®</sup> e Co+Mo (Grap Co+Mo<sup>®</sup>) e para todas as variáveis analisadas.

Tabela 2- Resumo da análise de variância dos resultados relacionados às sementes de soja, cultivar AS 3590 IPRO, referente às aplicações de bioestimulante e micronutrientes: primeira contagem da germinação (PC), germinação (GER), índice de velocidade de germinação (IVG), comprimentos do hipocótilo (CH), da raiz primária (CRP) e da plântula (CPL), massa da matéria seca do hipocótilo (MSH), da raiz primária (MSRP) e da plântula (MSPL), envelhecimento acelerado (EA), emergência da plântula (EP) e índice de velocidade de emergência da plântula (IVE). Palmeira - PR, 2021.

F.V	GL	PC	GER	IVG	CH	CRP	CPL
Período	5	406,97**	283,59**	335,88**	1696,09**	703,53**	941,29**
Tratamentos	4	7,85**	6,59**	8,05**	50,26**	26,65**	28,61**
PXT	20	5,24**	3,12**	4,56**	5,55**	11,85**	7,14**
Shapiro Wilk		<b>0,08</b>	<b>0,08</b>	<b>0,44</b>	<b>0,93</b>	<b>0,77</b>	<b>0,05</b>
Bartlett		<b>0,33</b>	<b>0,24</b>	<b>0,29</b>	<b>0,98</b>	<b>0,35</b>	<b>0,72</b>
CV (%)		5,5	5,97	2,01	3,22	3,13	3,2
F.V	GL	MSH	MSRP	EA	EP	IVE	
Período	5	1521,15**	1809,34**	513,45**	69,51**	1815,12**	
Tratamentos	4	101,81**	23,74**	17,92**	6,84**	38,55**	
PXT	20	24,34**	11,43**	3,55**	1,79*	7,54**	
Shapiro Wilk		<b>0,30</b>	<b>0,48</b>	<b>0,25</b>	<b>0,60</b>	<b>0,10</b>	
Bartlett		<b>0,50</b>	<b>0,97</b>	<b>0,50</b>	<b>0,43</b>	<b>0,83</b>	
CV (%)		1,98	2,66	2,42	1,96	2,15	

\*\* e \* significativo ao teste F a 1% e 5% de probabilidade de erro, respectivamente; ns não significativo pelo teste F.

Fonte: a autora.

A quantidade de água nas sementes de soja, cultivar AS 3590 IPRO, oscilou entre 13,2% e 11,0% (Tabela 3) do início do armazenamento até os 90 dias do armazenamento, em ambiente de laboratório (19,9°C e 70,6% de umidade relativa do ar, Figura 2). Essa quantidade de água é adequada para a manutenção da qualidade das sementes de soja, pois os valores são compatíveis com as indicações de Weber (2005), Carvalho e Nakagawa (2012) e Smaniotto et

al. (2014) que consideram que o teor de água recomendado para o armazenamento das sementes de soja é entre 11,0% e 13,0%, além disso, essa variação do teor de água não é suficiente para interferir nos resultados das análises das sementes.

Tabela 3-Valores médios dos teores de água das sementes de soja, cultivar AS 3590 IPRO, obtidos após a aplicação de micronutrientes e bioestimulante, e avaliadas no início e aos 15 dias, 30 dias, 45 dias, 60 dias e 90 dias de armazenamento (DAA), Palmeira - PR, 2021.

Tratamentos	Teor de água (%)					
	Período de Armazenamento (Dias)					
	Inicial	15	30	45	60	90
Controle	13,2	12,1	11,3	11,3	11,3	11,0
Nanoóxidos	12,9	11,1	11,1	11,3	11,3	11,0
Grap Co+Mo <sup>®</sup>	13,1	11,7	11,2	11,3	11,4	11,2
Würzel Beste <sup>®</sup>	13,2	11,6	11,3	11,2	11,2	11,0
Stimulate <sup>®</sup>	13,1	11,8	11,2	11,3	11,3	11,0

Fonte: a autora.

Para a primeira contagem do teste de germinação das sementes de soja (Tabela 4), cultivar AS 3590 IPRO, os resultados, referentes às aplicações dos micronutrientes e do bioestimulante Stimulate<sup>®</sup> e os das sementes Controle, não houve diferença estatística, nas avaliações iniciais e aos 45 dias de armazenamento. No entanto aos 15 dias de armazenamento (Tabela 4), a porcentagem de germinação das sementes com Würzel Beste<sup>®</sup> foram estatisticamente superiores aos dos produtos Nanoóxidos e Stimulate<sup>®</sup>, mas sem variações em relação aos resultados das sementes Controle e Grap Co+Mo<sup>®</sup>.

Aos 30 dias de armazenamento (Tabela 4) à aplicação de Würzel Beste<sup>®</sup> resultou em médias estatisticamente superiores dos demais produtos e ao das sementes Controle, que tiveram redução da quantidade de plântulas normais formadas na primeira contagem do teste de germinação.

Em 60 dias (Tabela 4), ocorreu redução significativa na porcentagem de germinação decorrentes da aplicação de Grap Co+Mo<sup>®</sup> nas sementes de soja, quando comparado aos das aplicações de Würzel Beste<sup>®</sup> e Stimulate<sup>®</sup>; no entanto, estes resultados não diferiram das sementes Controle e com Nanoóxidos. Após 90 dias (Tabela 4) todos os resultados relacionados à aplicação dos micronutrientes e bioestimulante Stimulate<sup>®</sup> causaram redução da primeira contagem da germinação em comparação aos das sementes Controle.

Tabela 4- Resultados da primeira contagem do teste de germinação (%) de sementes de soja, cultivar AS 3590 IPRO, relacionados à aplicação de micronutrientes e bioestimulante, e avaliadas no início e aos 15 dias, 30 dias, 45 dias, 60 dias e 90 dias de armazenamento (DAA). Palmeira - PR, 2021.

Tratamentos	Primeira Contagem (%)					
	Período de Armazenamento (Dias)					
	Inicial	15	30	45	60	90
Controle	98 a	92 ab	89 b	88 a	85 ab	81 a
Nanoóxidos	97 a	90 b	89 b	86 a	85 ab	73 bc
Grap Co+Mo <sup>®</sup>	98 a	91 ab	90 b	88 a	82 b	76 b
Würzel Beste <sup>®</sup>	97 a	93 a	93 a	89 a	88 a	71 c
Stimulate <sup>®</sup>	97 a	90 b	90 b	88 a	86 a	69 c

Médias seguidas da mesma letra na coluna, dentro de cada época de armazenamento, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey, com 5% de probabilidade de erro.

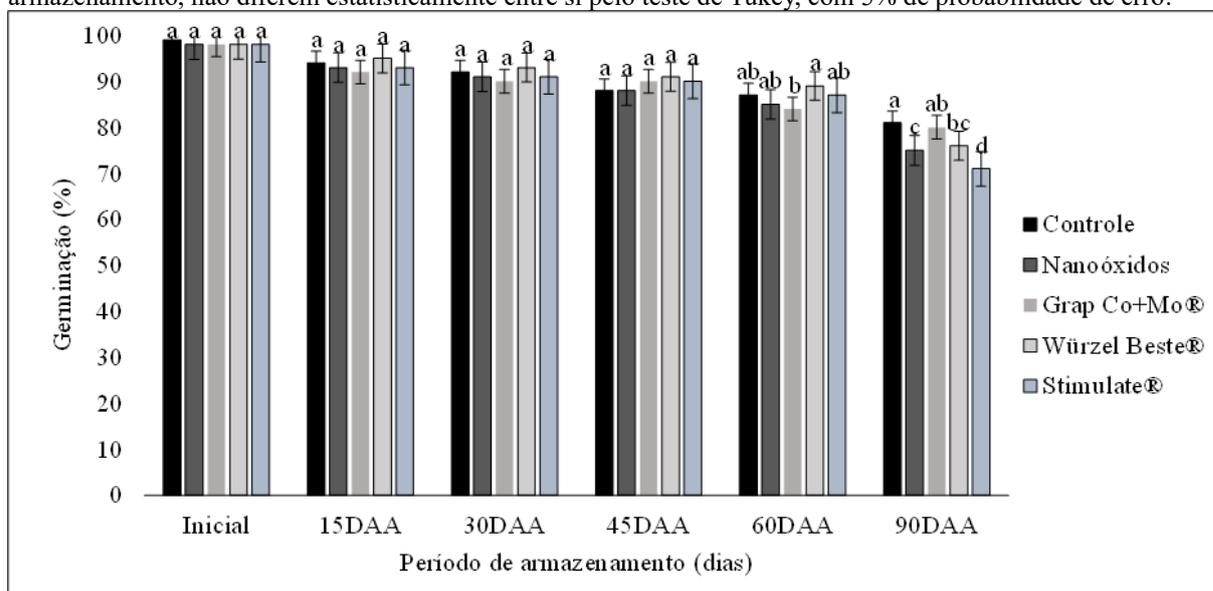
Fonte: a autora.

A germinação das sementes de soja, cultivar AS 3590 IPRO (Figura 8), para as aplicações dos micronutrientes e do bioestimulante Stimulate<sup>®</sup> indicou que não houve diferença estatística até os 45 dias de armazenamento. Vieira (2001) afirmou que a aplicação do bioestimulante Stimulate<sup>®</sup> nas sementes de soja, feijão e arroz não causou reduções da germinação e do vigor das plântulas. Esses resultados também estão de acordo com Guerra et al. (2006), que afirmaram que as aplicações de cobalto (Co) e molibdênio (Mo) nas sementes de soja favorecem a germinação da semente e a emergência da plântula no campo. Mahdeeha et al. (2018) verificaram que as aplicações de Nanoóxidos de Zn, de quelatos de Zn e sulfato de Zn não causaram reduções na germinação das sementes de feijão.

Aos 60 dias houve redução significativa na germinação das sementes de soja, decorrente da aplicação do Grap Co+Mo<sup>®</sup>, em relação ao resultado com Würzel Beste<sup>®</sup>, mas sem variações entre os demais resultados. Já, aos 90 dias todas as sementes que receberam aplicações de micronutrientes e bioestimulantes resultaram em reduções significativas aos das sementes Controle (Figura 8).

Segundo a normativa nº45 de 17 de setembro de 2013, as sementes de soja devem ter germinação mínima de 80% para comercialização (BRASIL, 2013). Nesta pesquisa, as sementes com a aplicação do Grap Co+Mo<sup>®</sup> e as sementes Controle permaneceram com germinação mínima até os 90 dias, já para as sementes nas quais foram aplicados Nanoóxidos, Würzel Beste<sup>®</sup> e Stimulate<sup>®</sup> a germinação mínima foi mantida até os 60 dias de armazenamento.

Figura 8- Porcentagem de germinação de sementes de soja, cultivar AS 3590 IPRO, relacionada à aplicação de micronutrientes e bioestimulante e avaliadas no início e aos 15 dias, 30 dias, 45 dias, 60 dias e 90 dias do armazenamento (DAA). Palmeira - PR, 2021. Médias seguidas da mesma letra, dentro de cada época de armazenamento, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey, com 5% de probabilidade de erro.



Fonte: a autora.

Os resultados do IVG (índice de velocidade de germinação) são semelhantes aos obtidos para a porcentagem de germinação, pois o IVG é calculado pelo número de sementes germinadas, que representa a quantidade de plântulas normais, em função do período (em dias). As avaliações realizadas imediatamente às aplicações de micronutrientes, bioestimulante e as das sementes Controle, seguido das avaliações dos 30 e 45 dias não tiveram diferenças estatísticas significativas (Tabela 5).

A aplicação do Grap Co+Mo® causou redução da velocidade de germinação das sementes de soja, em comparação ao Würzel Beste®, mas sem variações para os demais resultados aos 15 dias de armazenamento (Tabela 5). Segundo Bassan et al. (2001) a germinação de sementes de feijão, cultivar Pérola, foi reduzida pela adição de 75 g.ha<sup>-1</sup> de molibdênio.

Aos 60 dias após o armazenamento, além dos resultados da aplicação do Grap Co+Mo® e do Nanoóxidos houve redução significativa, em relação aos resultados do Würzel Beste®. No entanto, aos 90 dias a aplicação de Stimulate® causou redução, estatisticamente significativa, em relação aos demais, sendo que os resultados das aplicações de Nanoóxidos e Würzel Beste® também foram diferentes em relação aos resultados das sementes Controle e das com Grap Co+Mo® (Tabela 5).

Tabela 5- Índice de velocidade de germinação (IVG) de sementes de soja, cultivar AS 3590 IPRO, relacionados à aplicação de micronutrientes e bioestimulante e avaliadas no início e aos 15 dias, 30 dias, 45 dias, 60 dias e 90 dias do armazenamento (DAA). Palmeira-PR, 2021.

Tratamentos	IVG					
	Período de Armazenamento (Dias)					
	Inicial	15	30	45	60	90
Controle	12,3 a	11,7 ab	11,4 a	11,0 a	10,9 ab	10,1 a
Nanoóxidos	12,1 a	11,5 ab	11,3 a	10,9 a	10,7 b	9,4 b
Grap Co+Mo <sup>®</sup>	12,2 a	11,4 b	11,2 a	11,1 a	10,5 b	9,8 a
Würzel Beste <sup>®</sup>	12,2 a	11,9 a	11,6 a	11,3 a	11,2 a	9,3 b
Stimulate <sup>®</sup>	12,2 a	11,5 ab	11,3 a	11,2 a	10,8 ab	8,8 c

Médias seguidas da mesma letra na coluna, dentro de cada época de armazenamento, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey, com 5% de probabilidade de erro.

Fonte: a autora.

Analisando o comprimento do hipocótilo das plântulas originadas das sementes de soja, cultivar AS 3590 IPRO, imediatamente após a aplicação de micronutrientes e bioestimulante e aos das sementes com Würzel Beste<sup>®</sup> o comprimento do hipocótilo foi estatisticamente superior em relação ao dos demais resultados, já as sementes com o bioestimulante Stimulate<sup>®</sup> originaram plântulas com menor comprimento do hipocótilo em comparação aos com Würzel Beste<sup>®</sup> e Grap Co+Mo<sup>®</sup> (Tabela 6).

Os resultados de pesquisa relacionados à aplicação de Stimulate<sup>®</sup> em sementes são contraditórios. Leite, Rosolem e Rodrigues (2003), estudando o efeito de giberelinas e citocininas, verificaram que as aplicações de GA3 (ácido giberélico) nas sementes de soja resultaram em redução na emergência das plântulas e no comprimento de raiz. Diniz et al. (2009) constataram redução na porcentagem de germinação das sementes de alface, quando foram aplicadas doses superiores do bioestimulante Stimulate<sup>®</sup> nas sementes.

Entretanto, Santos et al. (2020) não observaram redução da germinação da semente e nem do comprimento do hipocótilo das plântulas de soja, cultivar 99R03, resultantes da aplicação de Stimulate<sup>®</sup>, mas houve redução do comprimento da raiz primária quando comparado às plântulas originadas das sementes Controle. Estes resultados são similares aos de Binsfeld et al. (2014) e Frezato et al. (2021) que, também, não tiveram variação da qualidade das sementes de soja em função da aplicação do Stimulate<sup>®</sup>.

Aos 15 dias de armazenamento, o comprimento do hipocótilo das plântulas originadas das sementes com Würzel Beste<sup>®</sup> apresentou diferença significativa das com Stimulate<sup>®</sup>, mas sem variações para os demais tratamentos. Com 30 dias de armazenamento, o comprimento do hipocótilo das plântulas com Würzel Beste<sup>®</sup> e Nanoóxidos diferiu estatisticamente das com Stimulate<sup>®</sup> e Grap Co+Mo<sup>®</sup>, já aos 45 dias à aplicação do fertilizante líquido Würzel Beste<sup>®</sup>

resultou em variação significativa nos resultados, em relação aos das com Grap Co+Mo<sup>®</sup>, Stimulate<sup>®</sup> e aos do Controle (Tabela 6).

Tabela 6- Comprimentos do hipocótilo (CH), da raiz primária (CR) e da plântula (CPL) de soja, cultivar AS 3590 IPRO, relacionados à aplicação de micronutrientes e bioestimulante e avaliadas no início e aos 15 dias, 30 dias, 45 dias, 60 dias e 90 dias do armazenamento (DAA). Palmeira - PR, 2021.

Tratamentos	Inicial		
	CH (cm)	CRP (cm)	CPL (cm)
Controle	9,1 bc	17,8 a	26,9 a
Nanoóxidos	9,2 b	15,7 c	24,8 c
Grap Co+Mo <sup>®</sup>	8,8 bc	16,3 bc	25,1 bc
Würzel Beste <sup>®</sup>	9,6 a	16,6 b	26,2 ab
Stimulate <sup>®</sup>	8,7 c	17,9 a	26,6 a
15 DAA			
Controle	8,5 ab	16,9 a	25,4 a
Nanoóxidos	8,5 ab	16,1 b	24,4 ab
Grap Co+Mo <sup>®</sup>	8,5 ab	15,2 c	23,5 b
Würzel Beste <sup>®</sup>	8,6 a	16,2 ab	25,0 a
Stimulate <sup>®</sup>	8,2 b	16,1 ab	24,3 ab
30 DAA			
Controle	7,0 ab	14,6 b	21,6 bc
Nanoóxidos	7,3 a	15,8 a	23,4 a
Grap Co+Mo <sup>®</sup>	6,8 b	14,6 b	21,4 bc
Würzel Beste <sup>®</sup>	7,4 a	14,8 b	22,2 b
Stimulate <sup>®</sup>	6,3 c	14,7 b	21,0 c
45 DAA			
Controle	6,0 c	13,0 bc	19,0 bc
Nanoóxidos	6,5 ab	13,7 b	20,1 ab
Grap Co+Mo <sup>®</sup>	6,1 c	12,5 c	18,6 c
Würzel Beste <sup>®</sup>	6,6 a	15,2 a	21,1 a
Stimulate <sup>®</sup>	6,1 bc	13,5 b	19,6 c
60 DAA			
Controle	4,9 bc	12,1 bc	17,1 bc
Nanoóxidos	4,6 c	11,5 cd	16,0 cd
Grap Co+Mo <sup>®</sup>	4,6 c	11,0 d	15,6 d
Würzel Beste <sup>®</sup>	5,9 a	13,7 a	19,6 a
Stimulate <sup>®</sup>	5,0 b	12,3 b	17,3 b
90 DAA			
Controle	3,9 b	9,6 bc	13,6 c
Nanoóxidos	4,7 a	10,4 ab	14,7 ab
Grap Co+Mo <sup>®</sup>	3,7 bc	9,9 b	13,6 bc
Würzel Beste <sup>®</sup>	4,5 a	10,8 a	15,6 a
Stimulate <sup>®</sup>	3,5 c	9,0 c	12,6 c

Médias seguidas da mesma letra na coluna, dentro de cada época de armazenamento, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey, com 5% de probabilidade de erro.

Fonte: a autora.

Aos 60 dias, a utilização do Würzel Beste<sup>®</sup> indicou que houve aumento do comprimento do hipocótilo das plântulas de soja, cultivar AS 3590 IPRO, cujo resultado foi estatisticamente superior aos demais. Entretanto, aos 90 dias, apenas as aplicações de Würzel Beste<sup>®</sup> e Nanoóxidos atingiram incrementos significativos do comprimento de hipocótilo da plântula em relação aos demais resultados (Tabela 6).

Os resultados iniciais do comprimento da raiz primária, relacionados ao Stimulate<sup>®</sup> e às sementes Controle, foram estatisticamente superiores aos demais resultados; já aos 15 dias os resultados das sementes Controle foram estatisticamente diferentes dos gerados pelas aplicações do Nanoóxidos e Grap Co+Mo<sup>®</sup>, mas sem variações significativas para as sementes com Würzel Beste<sup>®</sup> e Stimulate<sup>®</sup>. Em 30 DAA, apenas a aplicação de Nanoóxidos resultou em médias superiores aos demais micronutrientes, do bioestimulante e das sementes Controle. No entanto, aos 45, 60 e 90 DAA, os resultados das sementes com Würzel Beste<sup>®</sup> foram estatisticamente superiores aos demais, mas sem variação quando comparado às aplicações de Nanoóxidos aos 90 DAA (Tabela 6).

O aumento do comprimento da raiz primária das plântulas pode ser vantajoso, já que as plantas com mais expansão do sistema radicular tendem a ter resistência à restrição hídrica, proporcionando condições para o desenvolvimento da planta e posterior recuperação da parte aérea, uma vez que a redução da expansão foliar é uma das primeiras respostas à disponibilidade inadequada da água (TOORCHI et al., 2009).

Para o comprimento total de plântulas (CPL) inicialmente, houve redução estatística significativa para as aplicações de Nanoóxidos em relação às aplicações de Würzel Beste<sup>®</sup> e Stimulate<sup>®</sup> e às sementes Controle, sendo que aos 15 DAA as aplicações de Grap Co+Mo<sup>®</sup> teve redução quando comparado ao das sementes Controle e as com Würzel Beste<sup>®</sup>. Em 30 DAA, houve redução significativa do resultado com Stimulate<sup>®</sup> em comparação aos produtos Nanoóxidos e Würzel Beste<sup>®</sup>, no entanto estatisticamente similar a aplicação do Grap Co+Mo<sup>®</sup> e das sementes Controle (Tabela 6). Em 45 DAA reduções significativas das sementes com Stimulate<sup>®</sup> se mantiveram, no entanto o mesmo efeito foi observado nas sementes com Grap Co+Mo<sup>®</sup> e sementes Controle. O comprimento das plântulas aos 60 e 90 DAA resultantes das sementes com Würzel Beste<sup>®</sup> não causou redução, sendo que aos 90 DAA o mesmo resultado foi obtido para as com Nanoóxidos, quando comparados entre si (Tabela 6).

Os resultados iniciais da massa da matéria seca do hipocótilo, relacionados às plântulas originadas das sementes nas quais foi aplicado o Würzel Beste<sup>®</sup>, tiveram variação estatística significativa em relação às aplicações com Nanoóxidos, Grap Co+Mo<sup>®</sup> e Stimulate<sup>®</sup>, mas sem variações em relação às sementes Controle. Já aos 15 DAA, as sementes com Grap Co+Mo<sup>®</sup>

foram as que proporcionaram acréscimos significativos da massa do hipocótilo em relação as com Nanoóxidos e Stimulate<sup>®</sup>, no entanto sem diferenças significativas para os demais resultados (Tabela 7).

Tabela 7- Massas da matéria seca do hipocótilo (MSH), da raiz primária (MSRP) e da plântula (MSPL) de soja, cultivar AS 3590 IPRO, relacionadas à aplicação de micronutrientes e bioestimulante, avaliadas no início e aos 15 dias, 30 dias, 45 dias, 60 dias e 90 dias do armazenamento (DAA). Palmeira - PR, 2021.

Tratamentos	Inicial		
	MSH (g)	MSRP (g)	MSPL (g)
Controle	0,624 a	0,368 c	0,993 b
Nanoóxidos	0,539 c	0,382 bc	0,921 d
Grap Co+Mo <sup>®</sup>	0,567 b	0,382 bc	0,949 c
Würzel Beste <sup>®</sup>	0,619 a	0,402 a	1,021 a
Stimulate <sup>®</sup>	0,521 d	0,382 b	0,906 d
15 DAA			
Controle	0,545 ab	0,343 b	0,889 a
Nanoóxidos	0,538 b	0,365 a	0,903 a
Grap Co+Mo <sup>®</sup>	0,559 a	0,349 b	0,909 a
Würzel Beste <sup>®</sup>	0,545 ab	0,340 b	0,891 a
Stimulate <sup>®</sup>	0,507 c	0,353 ab	0,860 b
30 DAA			
Controle	0,499 b	0,338 bc	0,837 b
Nanoóxidos	0,535 a	0,359 a	0,895 a
Grap Co+Mo <sup>®</sup>	0,501 b	0,327 c	0,929 b
Würzel Beste <sup>®</sup>	0,548 a	0,345 b	0,893 a
Stimulate <sup>®</sup>	0,504 b	0,325 c	0,829 b
45 DAA			
Controle	0,496 ab	0,329 a	0,825 a
Nanoóxidos	0,486 bc	0,340 a	0,826 a
Grap Co+Mo <sup>®</sup>	0,471 cd	0,310 b	0,782 bc
Würzel Beste <sup>®</sup>	0,510 a	0,293 c	0,804 ab
Stimulate <sup>®</sup>	0,468 d	0,308 b	0,777 c
60 DAA			
Controle	0,428 a	0,254 a	0,682 a
Nanoóxidos	0,400 b	0,240 a	0,641 b
Grap Co+Mo <sup>®</sup>	0,353 c	0,211 b	0,564 c
Würzel Beste <sup>®</sup>	0,429 a	0,243 a	0,672 a
Stimulate <sup>®</sup>	0,396 b	0,241 a	0,647 b
90 DAA			
Controle	0,329 c	0,178 b	0,508 c
Nanoóxidos	0,375 ab	0,201 a	0,577 a
Grap Co+Mo <sup>®</sup>	0,371 b	0,181 b	0,552 b
Würzel Beste <sup>®</sup>	0,390 a	0,187 b	0,577 a
Stimulate <sup>®</sup>	0,335 c	0,158 c	0,494 c

Médias seguidas da mesma letra na coluna, dentro de cada época de armazenamento, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey, com 5% de probabilidade de erro.

Fonte: a autora.

Aos 30 dias do armazenamento, a massa da matéria seca do hipocótilo para Würzel Beste® e Nanoóxidos foram estatisticamente superiores aos demais tratamentos. De maneira geral, esse tipo de resultado para Würzel Beste® manteve-se até os 90 dias de armazenamento, mas sem diferenças em relação as sementes Controle aos 45 e 60 DAA e para Nanoóxidos aos 90 DAA (Tabela 7).

As avaliações das sementes de soja, cultivar AS 3590 IPRO, para massa da matéria seca da raiz primária, imediatamente após a aplicação de Würzel Beste®, indicaram diferenças entre os resultados. A aplicação de Nanoóxidos propiciou incrementos significativos na massa da matéria seca da raiz primária das plântulas de soja, aos 15, 30, 45 e 90 dias de armazenamento, entretanto sem variações significativas em relação as aplicações do Stimulate® aos 15 DAA e aos 45 DAA das sementes Controle. No entanto aos 60 DAA, apenas a aplicação de Grap Co+Mo® causou reduções (Tabela 7).

A massa da matéria seca da plântula foi beneficiada pela aplicação de Würzel Beste® inicialmente, em contrapartida a aplicação de Stimulate® resultou em redução significativa aos 15 dias de armazenamento em relação aos demais. Aos 30 e 90 DAA os resultados para Würzel Beste® e Nanoóxidos foram estatisticamente superiores dos demais, sendo que aos 45 DAA as maiores médias foram verificadas com o uso de Nanoóxidos, seguido das sementes Controle e Würzel Beste®. Entretanto em 60 DAA ocorreu redução significativa da massa da matéria seca da plântula devido à aplicação de Grap Co+Mo®, sendo que para Würzel Beste® e sementes Controle os resultados das massas da matéria seca foram estatisticamente superiores (Tabela 7).

Para o teste de envelhecimento acelerado, não houve variações estatísticas significativas entre os resultados das sementes Controle e os das sementes em que foram aplicados os micronutrientes e o bioestimulante, na avaliação inicial e aos 15 dias de armazenamento. Entretanto, para a utilização de Grap Co+Mo® e Stimulate® aos 30 DAA apresentou diferença significativa em relação às sementes Controle, mas sem diferenças para as com Nanoóxidos e Würzel Beste®. Aos 45 DAA, as aplicações de micronutrientes e bioestimulante mantiveram diferença significativa em relação ao Controle; já aos 60 DAA o resultado decorrente da aplicação de Nanoóxidos foi estatisticamente diferente para as sementes Controle e Grap Co+Mo® (Tabela 8).

Aos 90 dias de armazenamento das sementes houve redução dos resultados do teste de envelhecimento acelerado referente a todas as sementes avaliadas, devido ao processo natural de deterioração das sementes, independentemente das aplicações utilizadas, porém o resultado

da aplicação de Würzel Beste<sup>®</sup> foi estatisticamente diferente em relação aos demais, exceto para a aplicação de Grap Co+Mo<sup>®</sup> (Tabela 8).

Tabela 8- Teste de envelhecimento acelerado de sementes de soja, cultivar AS 3590 IPRO, relacionadas à aplicação de micronutrientes e bioestimulante e avaliadas no início e aos 15 dias, 30 dias, 45 dias, 60 dias e 90 dias do armazenamento (DAA). Palmeira - PR, 2021.

Tratamentos	Envelhecimento acelerado (%)					
	Período de Armazenamento (Dias)					
	Inicial	15	30	45	60	90
Controle	94 a	90 a	84 b	80 b	74 c	63 c
Nanoóxidos	96 a	90 a	87 ab	85 a	84 a	65 bc
Grap Co+Mo <sup>®</sup>	94 a	91 a	88 a	86 a	79 b	68 ab
Würzel Beste <sup>®</sup>	95 a	94 a	86 ab	86 a	82 ab	69 a
Stimulate <sup>®</sup>	96 a	93 a	88 a	86 a	82 ab	63 c

Médias seguidas da mesma letra na coluna, dentro de cada época de armazenamento, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey, com 5% de probabilidade de erro.

Fonte: a autora.

Os valores médios decorrentes das avaliações relacionadas à utilização de micronutrientes, bioestimulante e das sementes Controle, de soja, cultivar AS 3590 IPRO, não indicaram variações estatísticas significativas quanto à emergência da plântula, nas avaliações iniciais e aos 15 dias, 45 dias e 60 dias de armazenamento. Aos 30 DAA, para as sementes com Würzel Beste<sup>®</sup>, houve variação estatística do resultado da emergência da plântula em relação ao das sementes com Stimulate<sup>®</sup>, no entanto sem variações significativas para os demais resultados; já, aos 90 DAA, os resultados relacionados às aplicações de Nanoóxidos e Grap Co+Mo<sup>®</sup> foram estatisticamente superiores aos demais (Tabela 9).

Tabela 9- Emergência de plântulas de soja, cultivar AS 3590 IPRO, relacionada à aplicação de micronutrientes e bioestimulante e avaliadas no início e aos 15 dias, 30 dias, 45 dias, 60 dias e 90 dias do armazenamento (DAA). Palmeira - PR, 2021.

Tratamentos	Emergência (%)					
	Período de Armazenamento (Dias)					
	Inicial	15	30	45	60	90
Controle	98 a	98 a	96 a	94 a	91 a	88 bc
Nanoóxidos	98 a	96 a	95 ab	92 a	92 a	91 a
Grap Co+Mo <sup>®</sup>	98 a	97 a	96 ab	93 a	93 a	91 a
Würzel Beste <sup>®</sup>	98 a	98 a	97 a	95 a	91 a	88 bc
Stimulate <sup>®</sup>	97 a	95 a	92 b	92 a	90 a	86 c

Médias seguidas da mesma letra na coluna, dentro de cada época de armazenamento, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey, com 5% de probabilidade de erro.

Fonte: a autora.

Os resultados referentes ao índice de velocidade da emergência da plântula foram similares aos da avaliação da emergência das plântulas, pois o IVE é resultante do número de plântulas normais emersas em função do tempo. Para o resultado relacionado ao índice de

velocidade de emergência da plântula com a aplicação de Würzel Beste<sup>®</sup> ocorreu diferença significativa inicialmente e aos 30 dias de armazenamento em relação aos demais, exceto para os de Stimulate<sup>®</sup> inicialmente. Aos 45 DAA para as sementes com Würzel Beste<sup>®</sup>, Nanoóxidos e Controle houve variação estatística do IVE da plântula em relação aos do Stimulate<sup>®</sup> e Grap Co+Mo<sup>®</sup>; já, aos 60 DAA, os resultados relacionados às aplicações de Nanoóxidos e Würzel Beste<sup>®</sup> foram estatisticamente superiores aos demais (Tabela 10).

A emergência da plântula de forma rápida é benéfica, pois reduz o período em que as sementes permanecem expostas às condições ambientais adversas, favorecendo o desenvolvimento rápido das plântulas, com vantagens na competição com as plantas invasoras (KHAN et al., 1976). Aos 15 dias de armazenamento não houve variações com as aplicações de micronutrientes, bioestimulante e sementes Controle, no entanto aos 90 dias com a aplicação de Nanoóxidos obteve diferença significativa dos demais resultados (Tabela 10).

Tabela 10- Índice de velocidade de emergência (IVE) de plântulas de soja, cultivar AS 3590 IPRO, relacionado à aplicação de micronutrientes e bioestimulante e avaliadas no início e aos 15 dias, 30 dias, 45 dias, 60 dias e aos 90 dias do armazenamento (DAA). Palmeira- PR, 2021.

Tratamentos	IVE					
	Período de Armazenamento (Dias)					
	Inicial	15	30	45	60	90
Controle	15,0 c	11,2 a	10,5 b	10,2 a	9,5 b	9,1 b
Nanoóxidos	15,4 bc	11,4 a	10,6 b	9,9 a	10,2 a	10,1 a
Grap Co+Mo <sup>®</sup>	15,0 c	11,2 a	10,6 b	9,3 b	9,6 b	9,4 b
Würzel Beste <sup>®</sup>	15,9 a	11,5 a	11,3 a	10,2 a	10,2 a	9,3 b
Stimulate <sup>®</sup>	15,6 ab	11,2 a	10,6 b	9,2 b	8,9 c	8,7 c

Médias seguidas da mesma letra na coluna, dentro de cada época de armazenamento, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey, com 5% de probabilidade de erro.

Fonte: a autora.

Os resultados de correlação, obtidos através da matriz da Análise de Componentes Principais, estão representados na Tabela 11.

Para as sementes da cultivar AS 3590 IPRO, mostrou que as correlações compreendendo os tratamentos possuem fraca correlação ( $r$ ) com as variáveis estudadas, resultando em valores de  $r$  entre 0.12 e -0.20. Já os períodos de armazenamento mostraram correlação, contudo negativa, variando entre -0.79 a -0.96 (Tabela 11). Estes resultados são corroborados pelas ACP's (Análise de Componentes Principais) da Figura 9 (a; b).

Na Figura 9a, ACP obtida para a cultivar AS 3590 IPRO, apresentou mais de 91% da realidade ambiental estudada, foi possível constatar que não houve interação dos tratamentos com as diferentes variáveis analisadas.

Já, na Figura 9b a interação entre as variáveis em comparação aos períodos de armazenamento 0, 15, 30, 45, 60 e 90 dias, compôs mais de 91% de explicação pelo somatório

da PC1 e PC2, dessa forma, há correlações entre as variáveis e os períodos de armazenamento e são inversamente proporcionais, ou seja, na medida em que aumenta o período de armazenamento, até certo limite, ocorre diminuição dos valores das variáveis.

Tabela 11- Correlações obtidas por meio da matriz de correlação da Análise de Componentes Principais (ACP), considerando variáveis em comparação aos tratamentos e períodos de armazenamento, para a cultivar AS 3590 IPRO. Palmeira- PR, 2021.

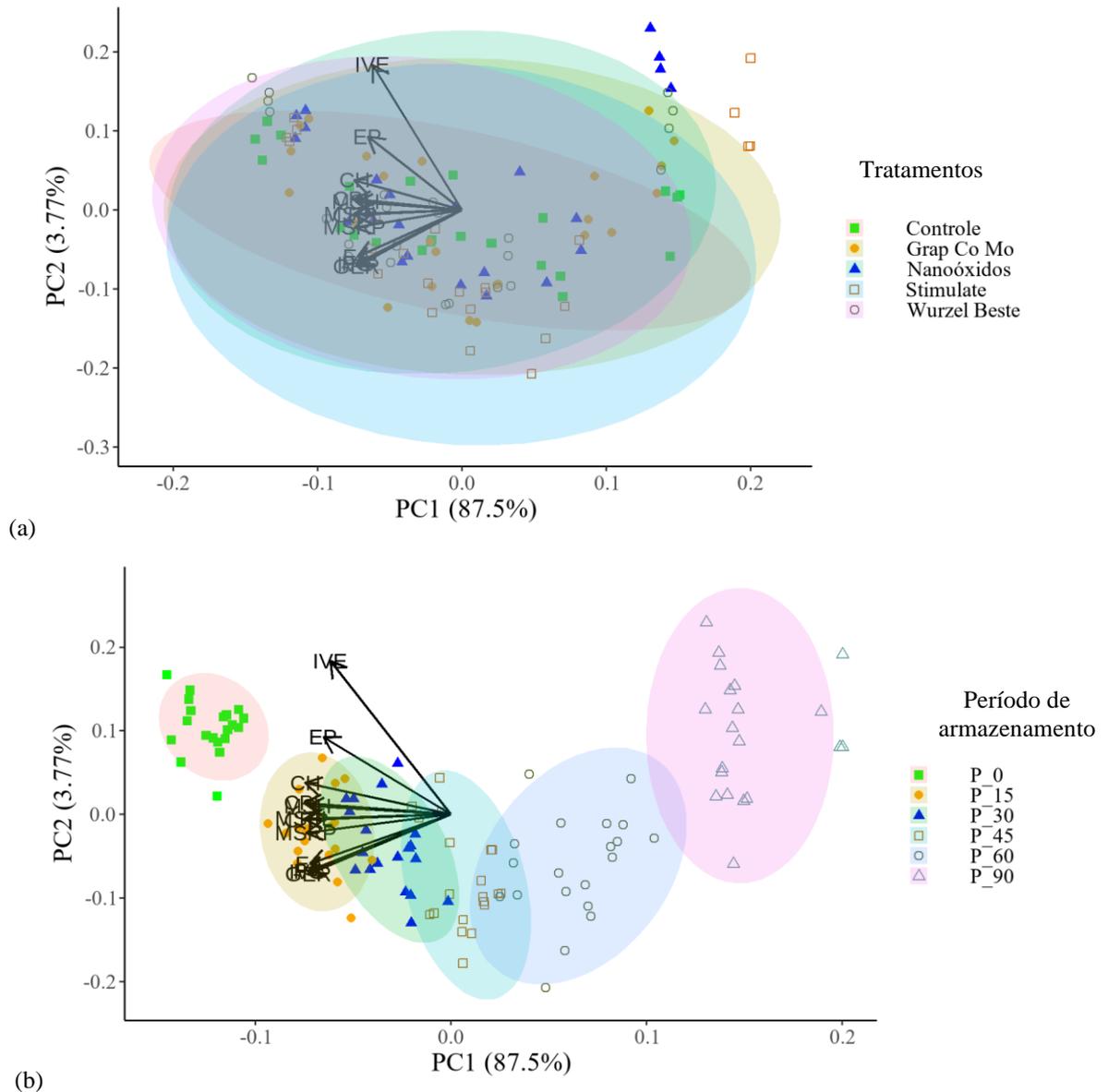
Variáveis*	Tratamentos	Períodos
PC	-0.05	-0.92
GER	-0.05	-0.92
EP	-0.20	-0.81
EA	0.12	-0.94
IVG	-0.04	-0.92
IVE	-0.03	-0.79
CH	-0.01	-0.96
CRP	0.03	-0.94
CPL	0.01	-0.96
MSH	-0.06	-0.92
MSRP	-0.05	-0.96
MSPL	-0.05	-0.95

\* Primeira Contagem-PC; Germinação-GER; Emergência da Plântula-EP; Envelhecimento Acelerado-EA; Índice de Velocidade de Germinação-IVG; Índice de Velocidade de emergência da plântula-IVE; Comprimento do Hipocótilo-CH; Comprimento da Raiz Primária-CRP; Comprimento da Plântula-CPL; Massa da matéria seca do Hipocótilo-MSH; Massa da matéria seca da Raiz Primária-MSRP e Massa da matéria seca da Plântula-MSPL.  
Fonte: a autora.

A Figura 9b mostrou que as variáveis não têm interferências durante o período zero (P\_0), ou seja, imediatamente às aplicações dos micronutrientes e bioestimulante, bem como aos 60 e 90 dias (P\_60 e P\_90). Houve reduções do índice de velocidade de emergência da plântula (IVE) durante o período de 30 a 45 dias de armazenamento, o menor valor em relação aos períodos, uma vez que a correlação foi de -0.79, apresentando o maior vetor entre as variáveis.

Já as demais variáveis tiveram reduções significativas, correspondendo às correlações inversas superiores a -0.81, sendo essas reduções visualizadas durante os períodos de 15 a 45 dias. Portanto, para a cultivar AS 3590 IPRO, mantendo o padrão de armazenamento inferior aos 15 dias, decorrente dos valores de todas as variáveis analisadas.

Figura 9- Análise de Componentes Principais (ACP), sementes de soja cultivar AS 3590 IPRO, considerando as variáveis envelhecimento acelerado (EA), emergência da plântula (EP), germinação (GER), primeira contagem (PC), índice de velocidade de germinação (IVG), índice de velocidade de emergência da plântula (IVE), comprimento da plântula (CPL), comprimento do hipocótilo (CH), comprimento da raiz primária (CRP), massa da matéria seca do hipocótilo (MSH), massa da matéria seca da plântula (MSPL) e massa da matéria seca da raiz primária (MSRP), em relação aos fatores: a) tratamentos (Controle; Grap Co + Mo<sup>®</sup>; Nanoóxidos; Stimulate<sup>®</sup> e Wurzel Beste<sup>®</sup>) e b) período de armazenamento (0, 15, 30, 45, 60 e 90 dias).



Fonte: a autora.

## 5.2 Cultivar NEO 610

Para todas as variáveis das sementes de soja, cultivar NEO 610, a normalidade e homogeneidade das variâncias dos resíduos foram calculadas pelos testes de *Shapiro-Wilk* (SHAPIRO; WILK, 1965) e Bartlett (BARTLETT, 1937), respectivamente. Posteriormente, os dados foram submetidos à análise de variância para verificar a significância da interação de produtos, sementes Controle e períodos de armazenamento.

Quando os resultados foram significativos para produtos e sementes Controle, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey, com 5% de probabilidade de erro. Não houve interação significativa (Tabela 12) para os fatores Controle e produtos Nanoóxidos de Co, Mo e Zn e enriquecidos com aminoácidos hidrolisados, dos quelatos de Co, Mo e Zn e enriquecidos com aminoácidos hidrolisados (Würzel Beste®), do bioestimulante Stimulate® e do produto à base de Co+Mo (Grap Co+Mo®) e para os períodos de armazenamento, para as variáveis primeira contagem, germinação, índice de velocidade de germinação e emergência da plântula.

Tabela 12- Resumo da análise de variância dos resultados relacionados às sementes de soja, cultivar NEO 610, referente às aplicações de bioestimulante e micronutrientes: primeira contagem da germinação (PC), germinação (GER), índice de velocidade de germinação (IVG), comprimentos do hipocótilo (CH), da raiz primária (CRP) e da plântula (CPL), massa da matéria seca do hipocótilo (MSH), da raiz primária (MSRP) e da plântula (MSPL), envelhecimento acelerado (EA), emergência da plântula (EP) e índice de velocidade de emergência da plântula (IVE). Palmeira - PR, 2021.

F.V	GL	PC	GER	IVG	CH	CRP	CPL
Período	5	73,06**	35,08**	46,07**	172,19**	184,20**	375,58**
Tratamentos	4	20,67**	12,33**	11,74**	29,88**	56,95**	94,17**
PXT	20	1,35 <sup>ns</sup>	1,158 <sup>ns</sup>	1,52 <sup>ns</sup>	10,0**	10,49**	16,61**
Shapiro Wilk		<b>0,05</b>	<b>0,20</b>	<b>0,07</b>	<b>0,42</b>	<b>0,24</b>	<b>0,87</b>
Bartlett		<b>0,31</b>	<b>0,05</b>	<b>0,05</b>	<b>0,98</b>	<b>0,13</b>	<b>0,72</b>
CV (%)		2,69	2,84	2,74	2,99	1,8	1,51

F.V	GL	MSH	MSRP	EA	EP	IVE
Período	5	814,10**	534,63**	436,28**	5,43**	203,82**
Tratamentos	4	134,28**	45,29**	10,18**	0,91 <sup>ns</sup>	9,20**
PXT	20	35,05**	0,03**	6,12**	0,34 <sup>ns</sup>	5,35**
Shapiro Wilk		<b>0,68</b>	<b>0,24</b>	<b>0,45</b>	<b>0,20</b>	<b>0,07</b>
Bartlett		<b>0,50</b>	<b>0,97</b>	<b>0,15</b>	<b>0,06</b>	<b>0,36</b>
CV (%)		1,68	3,02	4,21	2,03	2,35

\*\* e \* significativo ao teste F a 1% e 5% de probabilidade de erro, respectivamente; ns não significativo pelo teste F.

Fonte: a autora.

O teor de água das sementes de soja, cultivar NEO 610, variou entre 13,1 e 11,5% (Tabela 13), resultados decorrentes do ambiente de armazenamento destas sementes, ou seja, ambiente de laboratório (21,2°C e 74,2% de umidade relativa do ar, Figura 3).

As sementes ficaram armazenadas em um período de 90 dias. Essa variação é considerada natural, pois as sementes são higroscópicas e o teor de água varia em função das variações da umidade relativa do ambiente (POPINIGIS, 1985).

Tabela 13- Valores médios do teor de água das sementes de soja, cultivar NEO 610, obtidos após a aplicação de micronutrientes e bioestimulante, e avaliadas no início e aos 15 dias, 30 dias, 45 dias, 60 dias e 90 dias do armazenamento (DAA), Palmeira - PR, 2021.

Tratamentos	Teor de água (%)					
	Período de Armazenamento (Dias)					
	Inicial	15	30	45	60	90
Controle	13,1	13,0	12,9	12,9	12,7	11,7
Nanoóxidos	13,1	13,1	13,1	12,9	12,8	11,8
Grap Co+Mo <sup>®</sup>	13,0	13,0	13,1	12,8	12,6	11,6
Würzel Beste <sup>®</sup>	13,1	13,0	13,0	13,0	12,6	11,9
Stimulate <sup>®</sup>	13,0	13,0	13,0	13,0	12,9	11,5

Fonte: a autora.

A primeira contagem do teste de germinação é utilizada para estimar o vigor, uma vez que, a velocidade de germinação é reduzida na medida em que há a deterioração da semente (BARROS et al., 2002).

Para o resultado da primeira contagem do teste de germinação, não houve interação significativa entre os fatores períodos de armazenamentos e produtos e sementes Controle, mas houve para os fatores (produtos e Controle) isolados. O resultado referente à aplicação de Stimulate<sup>®</sup> foi estatisticamente inferior em relação aos demais resultados, já a aplicação de Nanoóxidos se destacou, mas sem variações significativas em comparação aos resultados das sementes Controle (Figura 10a).

Hoe et al. (2018) verificaram efeitos positivos na germinação de sementes de soja, cultivar DT26, nas quais foram aplicadas nanopartículas metálicas de Fe (ferro), Co (cobalto), Cu (cobre) e ZnO (óxido de zinco). Entretanto, nesse mesmo estudo a nanopartícula de ZnO foi a mais eficaz para a germinação das sementes de soja. Na literatura há relatos de favorecimento da germinação das sementes e do crescimento das plântulas de arroz, resultantes de sementes enriquecidas com Zn (PROM-U-THAI et al., 2012), de milho (IMRAN et al., 2017), de feijão (*Phaseolus vulgaris*) (KAYA et al., 2007) e de cevada (AJOURI; HABEN; BECKER, 2004). No entanto, dependendo da concentração o Zn pode ser tóxico e inibir a germinação (PROM-UTHAI et al., 2012).

Assim como ocorreu para a primeira contagem do teste de germinação, para o teste de germinação não houve interação significativa entre os fatores produtos e Controle e épocas de armazenamento, mas houve para os fatores (produtos e Controle) isolados (Figura 10b).

Novamente a aplicação de Stimulate<sup>®</sup> (Figura 10b), causou, ao longo do armazenamento, redução estatisticamente significativa, dos resultados do teste de germinação, em relação aos demais resultados, mas sem variação em comparação à aplicação de Würzel Beste<sup>®</sup>.

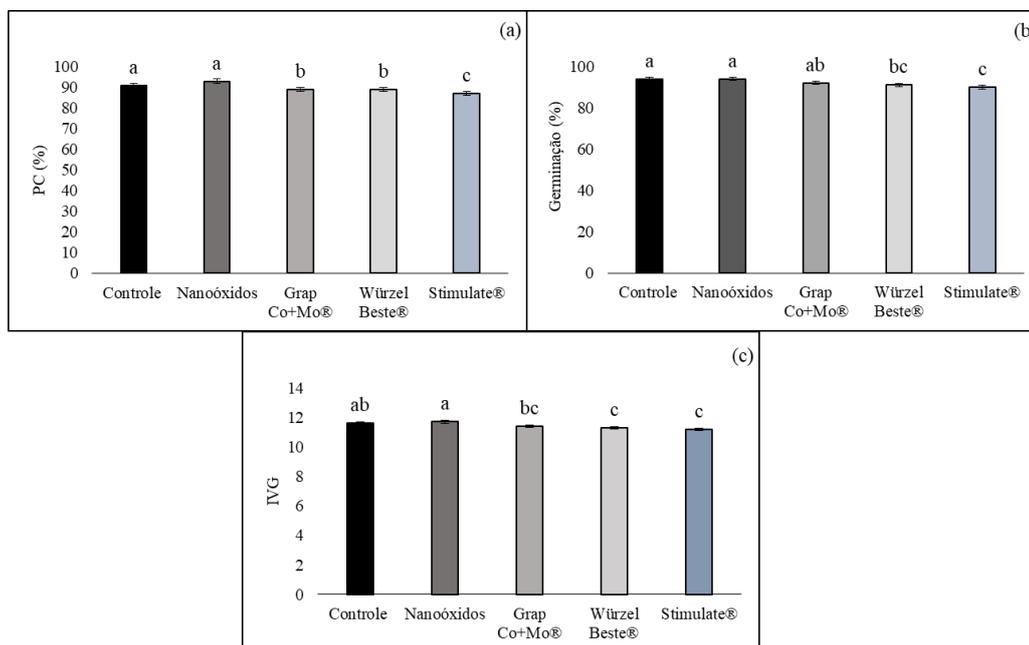
Ferrazza et al. (2020) citaram que a germinação de sementes de soja, cultivar TMG 7062 IPRO RR, não foi afetada em função das aplicações de cobalto, molibdênio, fungicida e inseticida. Wener et al. (2020) ao testarem os efeitos da aplicação de micronutrientes, zinco, boro, cobalto e molibdênio na qualidade de sementes de soja, cultivar MS8644 IPRO, também concluíram que as aplicações não influenciaram na germinação, resultado semelhante ao encontrado nesta pesquisa.

Os resultados obtidos para essa cultivar com aplicação de Stimulate<sup>®</sup> são contrários aos relatados por Vieira e Castro (2001), que obtiveram efeito significativo do bioestimulante sobre a germinação de sementes de soja, cultivar IAC-8-2. Por outro lado, corrobora com outros resultados encontrados na literatura. Dario et al. (2005), Mortele et al. (2011) e Bezerra et al. (2015), após a aplicação de doses crescentes do mesmo bioestimulante, observaram que não houve influência significativa na germinação de sementes de soja.

Desta forma, até os 60 dias de armazenamento, as aplicações de micronutrientes e bioestimulante não reduziram o potencial de armazenamento das sementes de soja cultivar NEO 610, pois a porcentagem de germinação permaneceu acima do limite mínimo de 80% estabelecido para produção e comercialização das sementes de soja, no entanto com a aplicação de Grap Co+Mo<sup>®</sup> não houve alteração até os 90 dias.

Para o índice de velocidade de germinação (IVG) também não ocorreu interação significativa, como observado para os resultados das avaliações da primeira contagem da germinação e da germinação e nem para a quantidade de plântulas anormais, somente para os fatores (produtos e Controle) isolados (Figura 10c). Os resultados decorrentes das aplicações do Stimulate<sup>®</sup> e Würzel Beste<sup>®</sup> nas sementes de soja, cultivar NEO 610, tiveram reduções significativas ao longo do armazenamento em comparação aos resultados das sementes Controle e as com Nanoóxidos, entretanto sem diferenças significativas para as aplicações de Grap Co+Mo<sup>®</sup> (Figura 10c).

Figura 10- Primeira contagem da germinação (a), germinação (b) e índice de velocidade de germinação (c) de sementes de soja, cultivar AS 3590 IPRO, relacionados à aplicação de micronutrientes e bioestimulante. Médias seguidas da mesma letra, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey, com 5% de probabilidade de erro.



Fonte: a autora.

O resultado da avaliação inicial das sementes de soja, cultivar NEO 610 (Tabela 14), com a aplicação do Stimulate® indicou que houve redução significativa do comprimento do hipocótilo (CH) das plântulas em comparação aos das plântulas originadas das sementes Controle, mas sem diferenças para os demais resultados, sendo que aos 15 dias de armazenamento (Tabela 14) esse resultado foi verificado novamente para a aplicação de Stimulate® e para as com Würzel Beste®. Com 30 dias de armazenamento (Tabela 14), as sementes com Grap Co+Mo® originaram plântulas cujo comprimento de hipocótilo foi estatisticamente inferior em relação aos demais resultados, com exceção das sementes com Stimulate® as quais não apresentaram variações. Aos 45 dias (Tabela 14) as sementes com Nanoóxidos e as sementes Controle originaram plântulas sem variação significativa do comprimento do hipocótilo e cujos resultados foram superiores aos das plântulas originadas das sementes com Grap Co+Mo® e Stimulate®.

Aos 60 dias (Tabela 14), as sementes de soja, cultivar NEO 610, nas quais foi aplicado Würzel Beste® originaram plântulas cujo comprimento do hipocótilo foi estatisticamente superior aos demais. Entretanto, aos 90 dias (Tabela 14) tanto as plântulas originadas das sementes nas quais foram aplicados Würzel Beste® e os Nanoóxidos o comprimento do hipocótilo foi estatisticamente superior aos demais. Para o comprimento da raiz primária, inicialmente (Tabela 14), apenas os resultados com Nanoóxidos destacaram-se estatisticamente dos demais resultados. Entretanto, Binsfeld et al. (2014) obtiveram aumento no comprimento

da raiz da plântula da soja, cultivar BMX Potência RR, com aplicação de Stimulate<sup>®</sup>, mas apenas para as sementes vigorosas.

Tabela 14- Comprimentos de hipocótilo (CH), raiz primária (CRP) e plântula (CPL) de soja, cultivar NEO 610, relacionados à aplicação de micronutrientes e bioestimulante nas sementes, avaliados no início e aos 15 dias, 30 dias, 45 dias, 60 dias e 90 dias do armazenamento (DAA). Palmeira - PR, 2021.

Tratamentos	Inicial		
	CH (cm)	CRP (cm)	CPL (cm)
Controle	8,4 a	17,2 b	25,6 a
Nanoóxidos	8,0 ab	17,6 a	25,7 a
Grap Co+Mo <sup>®</sup>	8,1 ab	16,2 d	24,3 b
Würzel Beste <sup>®</sup>	8,0 ab	16,7 cd	24,7 b
Stimulate <sup>®</sup>	7,8 b	17,0 bc	24,8 b
15 DAA			
Controle	8,1 a	17,0 a	25,1 a
Nanoóxidos	7,8 ab	15,9 c	23,8 bc
Grap Co+Mo <sup>®</sup>	7,7 ab	15,8 c	23,6 bc
Würzel Beste <sup>®</sup>	7,6 b	16,4 b	24,0 b
Stimulate <sup>®</sup>	7,6 b	15,7 c	23,3 c
30 DAA			
Controle	7,9 a	16,8 a	24,8 a
Nanoóxidos	7,7 ab	15,8 c	23,5 b
Grap Co+Mo <sup>®</sup>	7,1 c	15,7 bc	22,9 c
Würzel Beste <sup>®</sup>	7,6 ab	16,1 b	23,7 bc
Stimulate <sup>®</sup>	7,4 bc	15,3 c	22,8 c
45 DAA			
Controle	7,7 a	16,3 a	24, a
Nanoóxidos	7,6 a	15,7 b	23,3 b
Grap Co+Mo <sup>®</sup>	7,1 b	15,4 bc	22,6 cd
Würzel Beste <sup>®</sup>	7,5 ab	15,7 b	23,2 bc
Stimulate <sup>®</sup>	7,2 b	15,1 c	22,4 d
60 DAA			
Controle	6,3 c	15,0 b	21,3 c
Nanoóxidos	6,9 b	15,6 a	22,6 b
Grap Co+Mo <sup>®</sup>	6,3 c	14,5 bc	20,9 c
Würzel Beste <sup>®</sup>	7,5 a	15,7 a	23,4 a
Stimulate <sup>®</sup>	6,9 b	14,4 c	21,0 c
90 DAA			
Controle	6,3 b	14,1 b	20,4 b
Nanoóxidos	6,9 a	15,4 a	22,3 a
Grap Co+Mo <sup>®</sup>	5,5 c	13,6 b	19,2 c
Würzel Beste <sup>®</sup>	7,1 a	15,5 a	22,6 a
Stimulate <sup>®</sup>	5,8 c	13,8 b	19,7 c

Médias seguidas da mesma letra na coluna, dentro de cada época de armazenamento, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey, com 5% de probabilidade de erro.

Fonte: a autora.

Aos 15, 30 e 45 DAA, as aplicações de micronutrientes e bioestimulante causaram reduções significativas do comprimento da raiz primária das plântulas de soja, cultivar NEO 610, em comparação aos resultados das sementes Controle. No entanto, com 60 e 90 DAA, as plântulas originadas das sementes com Würzel Beste<sup>®</sup> e Nanoóxidos tiveram aumento do comprimento da raiz primária em relação aos demais resultados (Tabela 14).

Para o comprimento total das plântulas (CPL) inicialmente, não houve variação estatística entre as sementes com Nanoóxidos e Controle, cujos resultados superaram os demais. Assim, como os resultados do comprimento da raiz primária, houve reduções significativas do comprimento da plântula com as aplicações de micronutrientes e bioestimulante em relação às plântulas originadas das sementes Controle aos 15 dias, 30 dias e aos 45 dias de armazenamento. Aos 60 e 90 DAA, não houve redução significativa do comprimento das plântulas, originadas das sementes com Würzel Beste<sup>®</sup>; ocorreu similaridade de resultado para a aplicação do Nanoóxidos, aos 90 DAA, quando os resultados são comparados entre si (Tabela 14).

O peso da massa da matéria seca das plântulas objetiva determinar com certa precisão a taxa de transferência de reservas para o embrião. Desta forma, sementes que originam plântulas normais com mais peso médio de massa da matéria seca, são consideradas vigorosas (Nakagawa, 1999).

Os resultados da massa de matéria seca do hipocótilo das plântulas, originadas das sementes com Grap Co+Mo<sup>®</sup>, tiveram diferença significativa para os demais inicialmente. Aos 15, 30 e 60 DAA, as sementes com Würzel Beste<sup>®</sup> foram as que proporcionaram acréscimos significativos na massa de matéria seca de hipocótilo em relação das com Nanoóxidos, Grap Co+Mo<sup>®</sup> e Stimulate<sup>®</sup>, no entanto sem diferenças para as sementes Controle (Tabela 15).

Aos 45 dias de armazenamento, os resultados de massa de matéria seca de hipocótilo para Würzel Beste<sup>®</sup> e Stimulate<sup>®</sup> foram estatisticamente superiores aos obtidos com a aplicação de Nanoóxidos e Grap Co+Mo<sup>®</sup>. Já, aos 90 dias, a aplicação de Würzel Beste<sup>®</sup> apresentou diferenças significativas de massa de matéria seca de hipocótilo para os demais (Tabela 15).

Tabela 15- Massa da matéria seca do hipocótilo (MSH), massa da matéria seca da raiz primária (MSRP) e massa da matéria seca da plântula (MSPL) de soja, cultivar NEO 610, relacionadas à aplicação de micronutrientes e bioestimulante e avaliadas no início e aos 15 dias, 30 dias, 45 dias, 60 dias e aos 90 dias do armazenamento (DAA). Palmeira - PR, 2021.

Tratamentos	Inicial		
	MSH (g)	MSRP (g)	MSPL (g)
Controle	0,552 b	0,261 a	0,814 ab
Nanoóxidos	0,520 c	0,260 a	0,781 c
Grap Co+Mo <sup>®</sup>	0,583 a	0,242 b	0,825 a
Würzel Beste <sup>®</sup>	0,550 b	0,252 ab	0,803 b
Stimulate <sup>®</sup>	0,507 c	0,257 a	0,764 c
15 DAA			
Controle	0,536 a	0,252 ab	0,788 a
Nanoóxidos	0,491 c	0,258 a	0,749 b
Grap Co+Mo <sup>®</sup>	0,511 b	0,242 bc	0,753 b
Würzel Beste <sup>®</sup>	0,548 a	0,246 abc	0,799 a
Stimulate <sup>®</sup>	0,504 bc	0,235 c	0,739 b
30 DAA			
Controle	0,520 a	0,254 a	0,774 a
Nanoóxidos	0,464 c	0,249 a	0,713 c
Grap Co+Mo <sup>®</sup>	0,467 c	0,224 b	0,692 d
Würzel Beste <sup>®</sup>	0,510 a	0,230 b	0,740 b
Stimulate <sup>®</sup>	0,485 b	0,227 b	0,713 c
45 DAA			
Controle	0,471 ab	0,252 a	0,723 a
Nanoóxidos	0,462 b	0,242 a	0,704 ab
Grap Co+Mo <sup>®</sup>	0,459 b	0,211 b	0,671 c
Würzel Beste <sup>®</sup>	0,481 a	0,215 b	0,696 b
Stimulate <sup>®</sup>	0,483 a	0,220 b	0,703 b
60 DAA			
Controle	0,470 a	0,218 a	0,689 a
Nanoóxidos	0,437 b	0,223 a	0,660 bc
Grap Co+Mo <sup>®</sup>	0,424 b	0,206 bc	0,630 d
Würzel Beste <sup>®</sup>	0,469 a	0,199 c	0,668 b
Stimulate <sup>®</sup>	0,433 b	0,215 ab	0,648 cd
90 DAA			
Controle	0,413 c	0,190 ab	0,603 c
Nanoóxidos	0,428 b	0,197 a	0,625 b
Grap Co+Mo <sup>®</sup>	0,350 d	0,170 c	0,520 d
Würzel Beste <sup>®</sup>	0,457 a	0,189 ab	0,646 a
Stimulate <sup>®</sup>	0,347 d	0,181 bc	0,529 d

Médias seguidas da mesma letra na coluna, dentro de cada época de armazenamento, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey, com 5% de probabilidade de erro.

Fonte: a autora.

Os resultados da massa de matéria seca da raiz primária, imediatamente após a aplicação de Nanoóxidos, Stimulate<sup>®</sup> e os das sementes Controle, indicaram diferenças em relação as com Grap Co+Mo<sup>®</sup>. A aplicação de Nanoóxidos propiciou incrementos significativos na massa de matéria seca da raiz primária das plântulas de soja, cultivar NEO 610, aos 15, 30, 45, 60 e 90

dias de armazenamento, entretanto sem variações em comparação aos resultados das sementes Controle em todas as épocas de armazenamento, e aos 15 DAA e 90 DAA para Würzel Beste® e 60 DAA para Stimulate® (Tabela 15).

Os resultados da massa de matéria seca da plântula foram beneficiados pela aplicação de Grap Co+Mo® inicialmente, em comparação às aplicações de Nanoóxidos, Würzel Beste® e Stimulate® (Tabela 15).

Aos 15 e 90 DAA, os resultados para Würzel Beste® foram estatisticamente superiores aos demais; no entanto aos 15 DAA não ocorreram variações significativas em comparação às sementes Controle. Para os 30, 45 e 60 DAA, as aplicações de micronutrientes e bioestimulante causaram reduções significativas da massa da matéria seca das plântulas de soja, cultivar NEO 610, em comparação aos resultados das sementes Controle, entretanto aos 45 DAA não houve variações para a aplicação de Nanoóxidos (Tabela 15).

O teste de envelhecimento acelerado é uma opção para avaliar o vigor das sementes. A redução do vigor causa redução da viabilidade das sementes quando são submetidas às condições de alta temperatura e umidade. Por outro lado, as sementes mais vigorosas, mantêm sua capacidade de produzir plântulas normais e apresentam germinação mais elevada após serem submetidas ao envelhecimento (VIEIRA, 1994).

Para os resultados do envelhecimento acelerado, não houve variações estatísticas significativas entre os resultados das sementes Controle e os das sementes em que foram aplicados os micronutrientes e o bioestimulante, na avaliação inicial e aos 15 e 30 dias de armazenamento (Tabela 16).

Entretanto, a utilização de Nanoóxidos resultou em resultados estatisticamente superiores em relação às sementes Controle e com Stimulate® aos 45 DAA, mas sem diferenças para as com Grap Co+Mo® e Würzel Beste®. Aos 60 DAA, as aplicações de Nanoóxidos, Grap Co+Mo® e Stimulate® causaram diferença significativa em relação ao Controle e com Würzel Beste®; já, aos 90 DAA, o resultado decorrente da aplicação de Nanoóxidos foi estatisticamente superior aos dos demais (Tabela 16).

Tabela 16- Teste de envelhecimento acelerado de sementes de soja, cultivar NEO 610, relacionado à aplicação de micronutrientes e bioestimulante e avaliadas no início e aos 15 dias, 30 dias, 45 dias, 60 dias e aos 90 dias do armazenamento (DAA). Palmeira- PR, 2021.

Tratamentos	Envelhecimento acelerado (%)					
	Período de Armazenamento (Dias)					
	Inicial	15	30	45	60	90
Controle	91 a	87 a	79 a	76 c	65 b	52 b
Nanoóxidos	89 a	88 a	85 a	84 a	76 a	61 a
Gráp Co+Mo <sup>®</sup>	88 a	88 a	83 a	82 ab	72 a	44 cd
Würzel Beste <sup>®</sup>	89 a	89 a	85 a	81 abc	65 b	40 d
Stimulate <sup>®</sup>	90 a	90 a	83 a	77 bc	73 a	50 bc

Médias seguidas da mesma letra na coluna, dentro de cada época de armazenamento, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey, com 5% de probabilidade de erro.

Fonte: a autora.

Em relação aos resultados da emergência da plântula, no início e até os 90 dias de armazenamento, foi constatado que não houve diferenças significativas tanto entre os produtos e os resultados das sementes Controle quanto entre as interações de períodos de armazenagem e produtos e Controle (Tabela 17). Desta forma, as aplicações de micronutrientes e bioestimulante nas sementes de soja, cultivar NEO 610, não reduziram o potencial de armazenamento das sementes em relação à porcentagem de emergência.

Binsfield et al. (2014) aplicaram o bioestimulante Stimulate<sup>®</sup> em dois lotes de sementes de soja, com baixo e alto vigor respectivamente, e não obtiveram efeitos sobre a emergência e o índice de velocidade de emergência das plântulas.

Tabela 17- Emergência de plântulas de soja, cultivar NEO 610, relacionada à aplicação de micronutrientes e bioestimulante e avaliadas no início e aos 15 dias, 30 dias, 45 dias, 60 dias e aos 90 dias do armazenamento (DAA). Palmeira - PR, 2021.

Tratamentos	Emergência (%) <sup>ns</sup>					
	Período de Armazenamento (Dias)					
	Inicial	15	30	45	60	90
Controle	98	98	96	94	91	88
Nanoóxidos	98	96	95	91	92	92
Gráp Co+Mo <sup>®</sup>	98	97	96	93	93	91
Würzel Beste <sup>®</sup>	98	98	97	95	91	88
Stimulate <sup>®</sup>	98	95	92	92	90	86

ns = não significativo (P<0,05) pelo teste F.

Fonte: a autora.

A porcentagem de emergência da plântula não apresentou diferenças significativas, por outro lado, com relação ao índice de velocidade de emergência da plântula a interação (produtos e Controle x períodos de armazenamento) foi significativa (Tabela 18).

Inicialmente os resultados do índice de velocidade de emergência da plântula (IVE) evidenciaram efeitos positivos para sementes com Würzel Beste<sup>®</sup> em comparação às sementes

Controle, mas sem variações significativas para os demais resultados. Aos 15 dias houve aumento dos resultados do IVE com a aplicação de Grap Co+Mo<sup>®</sup> e Stimulate<sup>®</sup> em relação às sementes Controle, fato esse observado para Stimulate<sup>®</sup> aos 30 e 45 dias de armazenamento, entretanto aos 45 dias o resultado da aplicação do Würzel Beste<sup>®</sup> teve efeito similar (Tabela 18).

Aos 60 dias de armazenamento ocorreu redução significativa dos resultados do índice de velocidade de emergência da plântula com a aplicação de Grap Co+Mo<sup>®</sup> em comparação aos demais resultados, já aos 90 dias as mesmas sementes com Grap Co+Mo<sup>®</sup> apresentaram resultado estatisticamente superior em relação aos resultados das sementes com Würzel Beste<sup>®</sup>, Stimulate<sup>®</sup> e Controle, no entanto sem diferenças para a aplicação de Nanoóxidos (Tabela 18).

Tabela 18- Índice de velocidade de emergência da (IVE) de plântulas de soja, cultivar NEO 610, relacionados à aplicação de micronutrientes e bioestimulante e avaliadas no início e aos 15 dias, 30 dias, 45 dias, 60 dias e aos 90 dias do armazenamento (DAA). Palmeira- PR, 2021.

Tratamentos	IVE					
	Período de Armazenamento (Dias)					
	Inicial	15	30	45	60	90
Controle	12,0 b	11,4 b	11,3 b	10,9 c	10,3 a	9,8 bc
Nanoóxidos	12,3 ab	11,8 ab	11,6 ab	11,2 bc	10,7 a	10,3 ab
Grap Co+Mo <sup>®</sup>	12,7 ab	12,0 a	11,6 ab	11,3 bc	9,8 b	10,7 a
Würzel Beste <sup>®</sup>	12,5 a	11,8 ab	11,7 ab	11,5 ab	10,4 a	9,4 c
Stimulate <sup>®</sup>	12,3 ab	12,0 a	11,8 a	11,8 a	10,7 a	9,9 b

Médias seguidas da mesma letra na coluna, dentro de cada época de armazenamento, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey, com 5% de probabilidade de erro.

Fonte: a autora.

Os resultados obtidos para as sementes de soja, cultivar NEO 610 IPRO, foram similares aos obtidos para AS 3590 IPRO, pois mostraram que as correlações ( $r$ ), considerando os tratamentos e variáveis, não são consideráveis, em função dos valores de  $r$  entre -0.37 e 0.13. Já os períodos de armazenamento mostraram, no geral, correlação negativa, variando entre -0.92 e -0.42 (Tabela 19). Estes resultados são corroborados pelas ACP's da Figura 11.

Na Figura 11a, ACP obtida para os resultados das sementes de soja, cultivar NEO 610 IPRO, que apresentou mais de 82% da realidade ambiental estudada, foi possível constatar que não houve interação considerável entre os tratamentos em função das diferentes variáveis.

Já na Figura 11b, que trouxe a interação entre as variáveis em comparação aos períodos de armazenamento 0, 15, 30, 45, 60 e 90 dias, compondo mais de 82% de explicação pelo somatório da PC1 e PC2, as correlações entre as variáveis e os períodos são consideráveis e inversamente proporcionais, ou seja, na medida em que aumenta o período de armazenamento, até certo limite, ocorre redução dos valores das variáveis. A variável emergência da plântula

(EP) foi a que teve as menores reduções em relação aos diferentes períodos de armazenamento (correlação de -0.46) e as demais variáveis apresentaram correlações entre -0.92 a -0.72.

A Figura 11b mostrou que as variáveis não se modificaram dos 60 aos 90 dias. Representando o período crítico entre as aplicações inicial e aos de 45 dias. Apenas as variáveis índice de velocidade de germinação (IVG), germinação (GER) e emergência da plântula (EP) não tiveram reduções durante o período inicial, ocorrendo reduções entre os 15 e 30 dias para índice de velocidade de germinação (IVG) e germinação (GER) e entre 15 e 45 para emergência da plântula (EP). As demais variáveis tiveram reduções durante os períodos de 0 a 45 dias.

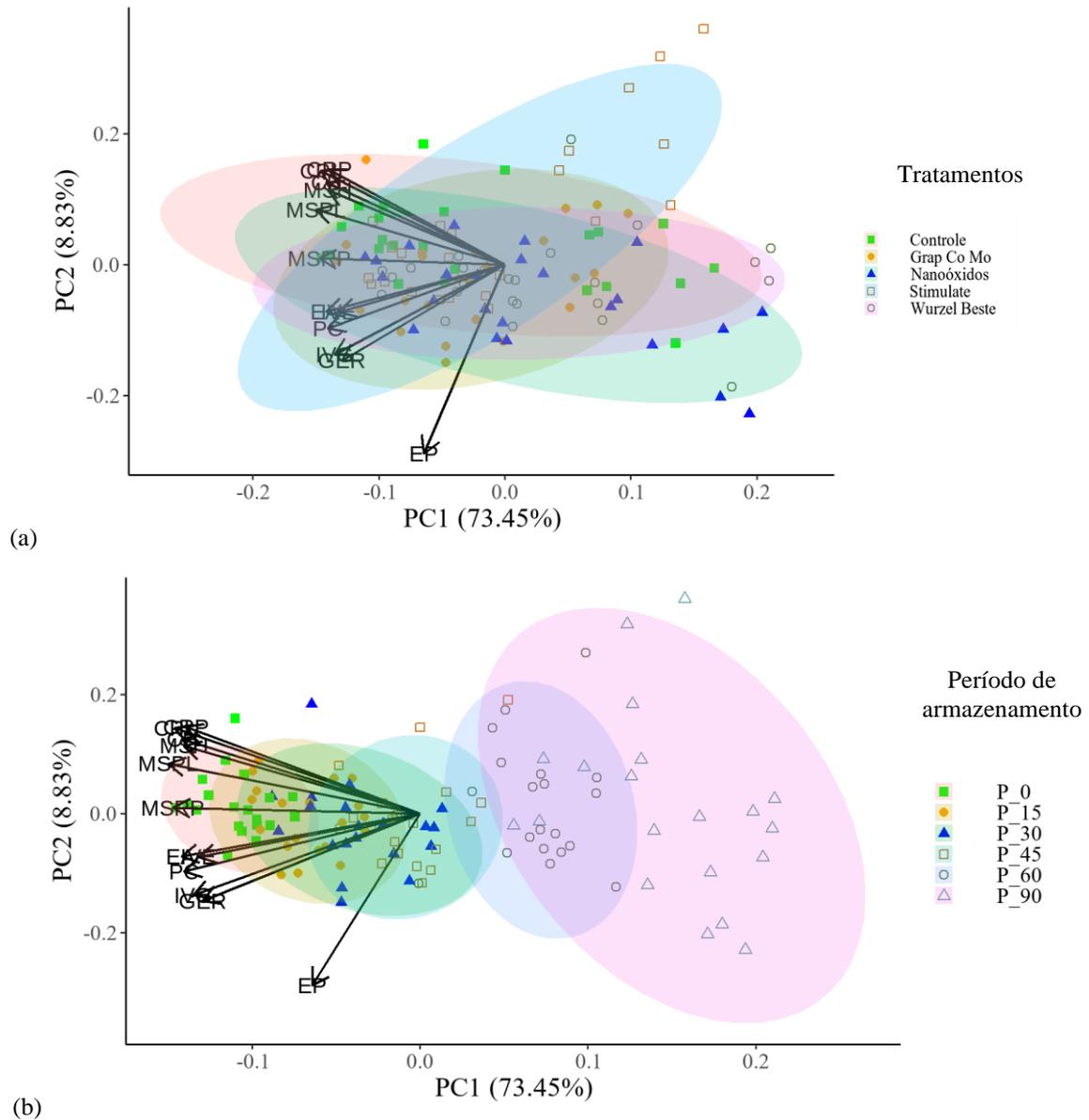
Tabela 19- Correlações obtidas por meio da matriz de correlação da Análise de Componentes Principais (ACP), considerando variáveis em comparação aos tratamentos e períodos de armazenamento, para sementes de soja, cultivar NEO 610. Palmeira- PR, 2021.

Variáveis*	Tratamentos	Períodos
PC	-0.34	-0.78
GER	-0.37	-0.71
EP	0.13	-0.46
EA	-0.01	-0.91
IVG	-0.30	-0.74
IVE	0.13	-0.88
CH	-0.12	-0.81
CRP	-0.24	-0.79
CPL	-0.20	-0.83
MSH	-0.08	-0.87
MSRP	-0.26	-0.88
MSPL	-0.15	-0.92

\* Primeira Contagem– PC; Germinação– GER; Emergência da Plântula– EP; Envelhecimento Acelerado– EA; Índice de Velocidade de Germinação– IVG; Índice de Velocidade de emergência da plântula– IVE; Comprimento do Hipocótilo– CH; Comprimento da Raiz Primária– CRP; Comprimento da Plântula– CPL; Massa da matéria seca do Hipocótilo– MSH; Massa da matéria seca da Raiz Primária– MSRP; e Massa da matéria seca da Plântula– MSPL.

Fonte: a autora.

Figura 11- Análise de componentes principais (ACP), para sementes de soja, cultivar NEO 610 IPRO, considerando as variáveis envelhecimento acelerado (EA), emergência da plântula (EP), germinação (GER), primeira contagem (PC), índice de velocidade de germinação (IVG), índice de velocidade de emergência da plântula (IVE), comprimento da plântula (CPL), comprimento do hipocótilo (CH), comprimento da raiz primária (CRP), massa da matéria seca do hipocótilo (MSH), massa da matéria seca da plântula (MSPL) e massa da matéria seca da raiz primária (MSRP), em relação aos fatores: a) tratamentos (Controle; Grap Co + Mo<sup>®</sup>; Nanoóxidos; Stimulate<sup>®</sup> e Wurzel Beste<sup>®</sup>) e b) período de armazenamento (0, 15, 30, 45, 60 e 90 dias).



Fonte: a autora.

## 6 CONCLUSÕES

As cultivares AS 3590 IPRO e NEO 610 IPRO apresentaram resultados similares em relação às aplicações de micronutrientes e bioestimulantes e aos períodos de armazenamentos das sementes.

Não houve interação positiva em relação às aplicações de micronutrientes e bioestimulantes para as sementes de soja, cultivares AS 3590 IPRO e NEO 610 IPRO em função das diferentes variáveis analisadas.

Os resultados das avaliações das sementes das cultivares AS 3590 IPRO e NEO 610 IPRO mostraram correlação inversa entre os períodos de armazenamento, ou seja, quanto maior o período de armazenamento menores são os valores das variáveis.

Assim, para as sementes tratadas com micronutrientes e bioestimulantes é possível afirmar que o período ideal para o armazenamento é de até 15 dias. Os períodos críticos, em que ocorreram reduções significativas dos parâmetros analisados, foram até 45 dias de armazenamento para as sementes das cultivares AS 3590 IPRO e NEO 610 IPRO, pois aos 60 e aos 90 dias de armazenamento houve redução dos resultados de todas as variáveis.

## REFERÊNCIAS

- ABRASEM. **Anuário 2018**. Associação Brasileira de Sementes e Mudanças. Brasília, 2018. 132 p. Disponível em: < <http://www.abrasem.com.br/anoario-abrasem-2018/>>. Acesso em: 04 de abril. 2022.
- AGRO BAYER BRASIL. 2022. Disponível em < [tps://www.agro.bayer.com.br/essenciais-dcampo/sementes/agroeste/as\\_3590\\_ipro](https://www.agro.bayer.com.br/essenciais-dcampo/sementes/agroeste/as_3590_ipro)>. Acesso em: 04 de abril. 2022.
- AJOURI, A.; HABEN, V.; BECKER, M. Seed priming enhances germination and seedling growth of barley under conditions of P and Zn deficiency. **J. Plant Nutr. Soil Sci.**, v.167, p. 630-636, 2004.
- ALBINO, U.B.; CAMPO, R. J. Efeito de fontes e doses de molibdênio na sobrevivência do *Bradyrhizobium* e na fixação biológica do nitrogênio em soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.36, p.527-534, mar. 2001.
- ALBRECHT, L. P et al. Qualidade das sementes de soja produzidas sob manejo com biorregulador. **Revista Brasileira de Sementes**, v.32, p.39-48, jul. 2010.
- ALMEIDA, A. S et al. Efeitos de inseticidas, fungicidas e biorreguladores na qualidade fisiológica de sementes de soja durante o armazenamento. **Revista de Agricultura**, São Paulo, v.89, p.172-182, 2014.
- ALMEIDA, J. V. C.; LEITE, C. R. F.; MONFERDINI, M. A. Stimulate® como regulador de crescimento na cultura da soja. In: CONGRESSO BRASILEIRO D SOJA, 3., 2004, Foz do Iguaçu, PR. **Anais...** Londrina: Embrapa Soja, 2004. p.34.
- ANGLE, S. J et al. Role of fertilizers for climate-resilient agriculture. **Proceedings of the International Fertiliser Society**, London, v.802, p.1- 44, 2017.
- ARAGÃO, C.A et al. Atividade amilolítica e qualidade fisiológica de sementes armazenadas de milho super doce tratadas com ácido giberélico. **Revista Brasileira de Sementes**, v.25, p.43-48, mai. 2003.
- BARBOSA, V.S et al. Comportamento de cultivares de soja, em diferentes épocas de semeaduras, visando à produção de bicompostível. **Revista Ciência Agronômica**. v.42, n.3, p.742-7499, 2011.
- BARROS, D.I et al. Comparação entre testes de vigor para avaliação da qualidade fisiológica de sementes de tomate. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 24, n. 2, p. 12-16, 2002.
- BARTLETT, M.S. Propriedades de suficiência e testes estatísticos. **Proceedings of the Royal Statistical Society - Serie A**, v.60, p. 268-282, 1937.
- BASSAN, D.A.Z et al. Inoculação de sementes e aplicação de nitrogênio e molibdênio na cultura do feijão de inverno: Produção e qualidade fisiológica de sementes. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 23, n.1, p.76-83, 2001.

BAUDET, L. M. L.; VILLELA, F. A. Armazenamento de sementes. In: PESKE, S. T.; VILLELA, F. A.; MENEGHELLO, G. E. **Sementes: Fundamentos Científicos e Tecnológicos**. 3.ed. 573p. Pelotas: Editora Universitária/UFPel, 2012.

BAYS, R et al. Recobrimento de sementes de soja com micronutrientes, fungicida e polímero. **Revista Brasileira de Sementes**, v.29, p.60-67, jan. 2007.

BERTOLIN, D. C et al. Aumento da produtividade de soja com aplicação de bioestimulantes. **Bragantia**, Campinas, v.69, n.2, p.339-347, dez. 2010.

BEZERRA, A.R.G et al. Effect of biostimulants and seed treatment with fungicide on the germination and vigor of soybean seedlings. **Brazilian Journal of Applied Technology for Agricultural Science**, Guarapuava-PR, v.8, n.1, p.27-35, 2015.

BINSFELD, J.A et al. Uso de bioativador, bioestimulante e complexo de nutrientes em sementes de soja. **Pesq. Agropec. Trop.**, Goiânia, v. 44, n. 1, p. 88-94, jan./mar. 2014.

BONNER, F.T. Seed biology. In: BONNER F. T.; KARRFALT, R. P. **The Woody Plant Seed Manual**. USDA, Agriculture Handbook, 2008, 727p.

BRASIL. **Instrução normativa nº 45, de 17 de setembro de 2013: Padrão para Produção e Comercialização de Sementes de Soja**. Brasília: D.O.U., 2013. 38p.

BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. Secretaria Nacional de Defesa Agropecuária. Departamento Nacional de Defesa Vegetal. Coordenação de Laboratório Vegetal. **Regras para análise de sementes**. Brasília, DF: Mapa/ACS, 2009. 395 p.

BROCH, D.L.; RANNO, S. K. **Efeito do teor de molibdênio nas sementes e da aplicação de molibdênio e cobalto via sementes sobre a produtividade da soja na safra 2004/05**. Maracajú, MS: Fundação MS, 2005, 10 p. (Informativo Técnico 02/2005).

CALMON, B. A et al. Efeito da adição de inseticidas no tratamento de sementes de soja com bioestimulantes. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v.7, n.5 p.45-48, dez. 2012.

CÂMARA, G. M. S. Origem, difusão geográfica e importância da soja. In: CÂMARA, G.M.S. **Soja: tecnologia da produção**. Piracicaba: Publique, 1998. Cap.1, p.1-25.

CAMPOS, B. H. C.; GNATTA, V. Inoculantes e fertilizantes foliares na soja em área de populações estabelecidas de *Bradyrhizobium* sob sistema plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.30, n.1, p.69-76, out. 2006.

CARLSON, J. B. Morphology. In: CALDWELL, B. E (Ed). **Soybean: production, improvement and uses**. Madison: American Society of Agronomy, 1973. p.17-95.

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

CARVALHO, N.M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: Ciência, tecnologia e produção**. Jaboticabal, FUNEP. 5ed. 2012. 590p.

CASTRO, G. S. A et al. Tratamento de sementes de soja com inseticidas e um bioestimulante. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.43, n.10, p.1311-1318, out. 2008.

CASTRO, P.R.C et al. **Agroquímicos de Controle hormonal, fosfitos e potencial de aplicação dos aminoácidos na agricultura tropical**. Piracicaba: ESALQ, DIBD, 2009. 83 p. (Série Produtor Rural, Ed. Esp.).

CASTRO, P.R.C.; VIEIRA, E.L. **Aplicações de reguladores vegetais na agricultura tropical**. Guaíba: Agropecuária, 2001. 132 p.

CERETTA, C.A et al. Micronutrientes na soja: produtividade e análise econômica. **Ciência Rural**, v.35, n.3, p.576-581, mai./jun. 2005.

CERIBOLLA, E.C. **Bioestimulante na cultura da soja (*Glycine max* L.)**. 2015. 23f. Monografia (Graduação em Agronomia). Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul, Ijuí. 2015.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos safra 2021/2022-Décimo Segundo Levantamento**. Brasília: Conab, v.9, n.12, p. 1-88, setembro. 2022. Disponível em: < <https://www.conab.gov.br/>>. Acesso em: 26 de setembro. 2022.

CUNHA, M. C. G.; HAMAWAKI, O. T.; SOUSA, L. B. Genetic variability among 79 soybean progenies from UFU-Breeding Program. **Bioscience Journal**, v.29, n.2, p.340-349, 2013.

DAN, L. G. M et al. Qualidade fisiológica de sementes de soja tratadas com inseticidas sob efeito do armazenamento. **Revista Brasileira de Sementes**, v.32, n.2, p.131-139, jan. 2010.

DARIO, G.J.A et al. Influência do uso de fitorregulador no crescimento da soja. **Revista da FZVA**, v.12, n.1, p.63-70, 2005.

DINIZ, K. A et al. Qualidade de sementes de alfaca enriquecidas com micronutrientes e reguladores de crescimento durante o armazenamento. **Revista Brasileira de Sementes**. Londrina, v. 31, n. 1, p. 228-238, 2009.

DOMIT, L.D et al. Inoculação de sementes de cereais de estação fria com *Bradyrhizobium japonicum* e seu efeito na soja cultivada em sucessão. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.14, n.3, p.313-320, 1990.

DOURADO NETO, D. et al. Adubação mineral com cobalto e molibdênio na cultura da soja. **Semina**, v.33, p.2741-2752, fev. 2012.

DU JARDIN, P. Plant biostimulants: definition, concept, main categories and regulation. **Scientia Horticulturae**, v.196, p.3-14, 2015.

EMBRAPA SOJA. **Tecnologias de produção de soja – Região Central do Brasil 2004**. Londrina: Embrapa Soja; Embrapa Cerrados; Epamig; Fundação Triângulo, 2003. 237p.

FERRAZZA, F.L.F et al. Efeitos do tratamento de sementes com micronutrientes em soja de alto e baixo vigor. **Braz. J. Anim. Environ. Res.**, Curitiba, v.3, n.1, p.218-224, jan./mar. 2020.

FERREIRA, L. A et al. Bioestimulante e fertilizante associados ao tratamento de sementes de milho. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v.29, n.2, p.80-89, mar. 2007.

FERREIRA, L. A. **Bioestimulante e fertilizantes associados ao tratamento de sementes de milho e soja**. 2006. 68f. Dissertação em Fitotecnia (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2006.

FRANÇA-NETO, J. B.; KRZYZANOWSKI, F. C. **O Controle de qualidade inserido no sistema de produção de sementes**. Brasília: ABRASEM, 2004. p. 34-38.

FREZATO, P et al. Ação de bioestimulantes e nutrientes via tratamento de sementes na germinação e desenvolvimento de plântulas de *Glycine Max* L. **Brazilian Journal of Development**, Curitiba, v.7, n.2, p.18674-18679, 2021.

GRIS, E. P.; CASTRO, A. M. C.; OLIVEIRA, F. F. Produtividade da soja em resposta à aplicação de molibdênio e inoculação com *Bradyrhizobium japonicum*. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.29, n.1, p.151-155, nov. 2005.

GUERRA, C.A et al. Soybean seed physiological quality in function of phosphorus, molybdenum and cobalt fertilization. **Acta Scientiarum Agronomy**, v.8, n.1, p. 91-97, 2006.

GUPTA, U.C.; LIPSETT, J. Molybdenum in soils, plants, and animals. **Advances in Agronomy**, v.34, p.73-115, 1981.

HAMZA, B.; SUGGARS, A. Biostimulants: myths and realities. **Turfgrass Trends**, v.10, p.6-10, 2001.

HERMES, E. C. K.; NUNES, J.; NUNES, J.V.D. Influência do bioestimulante no enraizamento e produtividade da soja. **Revista Cultivando o Saber**, Edição Especial, p.35-45. 2015.

HIRAKURI, M. H.; LAZZAROTTO, J. J. **O agronegócio da soja nos contextos mundial e brasileiro**. Londrina: Embrapa Soja, 2014. 70 p. (Embrapa Soja. Documentos, 349).

HOE, P.T et al. Germination responses of soybean seeds under Fe, ZnO, Cu and Co nanoparticle treatments. **Int. J. Agric. Biol.**, v.20, p. 1562-1568, 2018.

IMRAN, M.D et al. Zinc distribution and localization in primed maize seeds and its translocation during early seedling development. **Environ. Exp. Bot.**, v.143, p. 91, 2017.

KAYA, M.M. A et al. Effect of pre-sowing seed treatment with zinc and foliar spray of humic acids on yield of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.). **Int. J. Agric. Biol.**, v.7, p. 875-878, 2007.

KHAN, A. A et al. New methods for maintaining seed vigor and improving performance. **Journal of Seed Technology**, v.1, n.2, p. 33-57, 1976.

KOLLING, D. F et al. Tratamento de sementes com bioestimulante ao milho submetido a diferentes variabilidades na distribuição espacial das plantas. **Ciência Rural**, v.46, n.2, p.248-253, fev. 2016.

KRZYŻANOWSKI, F. C et al. **O Controle de qualidade agregando valor à semente de soja** – Série Sementes. Londrina: Embrapa Soja, 2008. 11p. (Embrapa Soja. Circular Técnica, 54).

LANA, A. M. Q. et al. Aplicação de reguladores de crescimento na cultura do feijoeiro. **Bioscience Journal**, v.25, n.1, p. 13-20, jan./fev. 2009.

LANTMANN, A. F. **Nutrição e produtividade da soja com molibdênio e cobalto**. Brasília: Embrapa, 2002. (Coletânea Rumos e Debates).

LEITE, V.M., ROSOLEM, C.A., RODRIGUES, J.D. Gibberellin and cytokinin effects on soybean growth. **Scientia Agricola**, v.60, n.3, p.537-541, jul./sept. 2003.

LEMES, E. S et al. Tratamento de sementes de soja com zinco: efeito na qualidade fisiológica e produtividade. **Colloquium Agrariae**, v.13, n.2, p.76-86, mai./ago. 2017.

LEUCENA, J. J. El empleo de complejantes y quelatos en la fertilización de micronutrientes. **Revista Ceres**, v.56, n.4, p.527-535, jul./ago. 2009.

LIMA, S. F et al. Development and production of sweet corn applied with biostimulant as seed treatment. **Horticultura Brasileira**, v.38, n.1, p.94-100, jan./mar. 2020.

LIU, S. et al. Toward a “Green Revolution” for soybean. **Molecular Plant**, v.13, p. 688-697, may. 2020.

LUCHESE, A.V et al. Emergência e absorção de cobre por plantas de milho (*Zea mays*) em resposta ao tratamento de sementes com cobre. **Ciência Rural**, v.24, n.6, p.1949-1952, nov./dez. 2004.

LUDWIG, M. P et al. Armazenamento de sementes de soja e seu efeito no desempenho de plântulas. **Tecnologia e Ciência Agropecuária**, v.9, n. 1, p.51-56, mar. 2015.

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

MAHDIEH, M et al. Effect of seed and foliar application of nano-zinc oxide, zinc chelate, and zinc sulphate rates on yield and growth of pinto bean (*Phaseolus vulgaris*) cultivars. **Journal of Plant Nutrition**, v.41, n.18, p. 2401-2412, 2018.

MALAVOLTA, E. **Manual de nutrição mineral de plantas**. São Paulo: Editora Agronômica Ceres, 2006. 631p.

MANTERA, T. C et al. Qualidade fisiológica de sementes de soja tratadas com inseticidas, fungicidas e fertilizante. **Scientia Agraria Paranaensis**, v.17, n.2, p.236-243, abr./jun. 2018.

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

MENGEL, K.; KIRKBY, E.A. **Principles of plant nutrition**. 5.ed. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 2001. 849p.

MESCHEDE, D. K et al. Rendimento, teor de proteínas nas sementes e características agronômicas das plantas de soja em resposta à adubação foliar e ao tratamento de sementes com molibdênio e cobalto. **Acta Scientiarum**, v.26, n.2, p.139-145, 2004.

MILLÉO, M.V.R.; MONFERDINI, M.A. Avaliação da eficiência agronômica de diferentes dosagens e métodos de aplicação de Stimulate® em soja. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SOJA, 3., Foz do Iguaçu. **Anais...** Foz do Iguaçu, 2004.

MORAES, R. M. A et al. Caracterização bioquímica de linhagens de soja com alto teor de proteína. **Pesq. Agrop. Brasi.**, v.41, n.5, p.725-729, 2006.

MOTERLE, L. M et al. Efeito de biorregulador na germinação e no vigor de sementes de soja. **Revista Ceres**, v.58, n.5, p.651-660, set./out. 2011.

NAKAGAWA, J. Testes de vigor baseado no desempenho das plântulas. In: KRZYZANOWSKI, F. C; VIEIRA, R.D; FRANÇA-NETO, J. B. **Vigor de sementes: Conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999. p.2.1-2.24.

NEO GEN SEMENTES. 2022. Disponível em< <https://www.neogensementes.com.br/neo-610/>> Acesso em: 04 de abril. 2022.

OLIVEIRA, S.H.F.; MONFERDINI, M.A. Compatibilidade de bioestimulante com fungicidas em tratamento de sementes. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SOJA. Foz do Iguaçu. **Anais...** Foz do Iguaçu, 2004.

PAULETTI, V.; MOTTA, A. C. V. **Manual de adubação e Calagem para o Estado do Paraná**. 2.ed. Curitiba: Núcleo Estadual Paraná da Sociedade Brasileira de Ciência do Solo (NEPAR-SBCS), 2019. 289 p.

PERIPOLLI, M et al. Use of seed <sup>+</sup> na crop <sup>+</sup> bioestimulants on the quality of tomato fruits under water stress. **Revista Caatinga**, v.33, n.1, p.266-273, jan./mar. 2020.

POPINIGIS, F. **Fisiologia da semente**. 2. ed. Brasília: AGIPLAN, 1985. 289 p.

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

PROM-U-THAI, C et al. Zinc priming promotes seed germination and seedling vigor of rice. **Z. Pflanzenernähr. Bodenk.**, v.175, p. 482-488, 2012.

RIBEIRO, N.D.; SANTOS, O.S. Aproveitamento do zinco aplicado na semente na nutrição da planta. **Ciência Rural**, v.26, p.159-165, 1996.

SANTOS, L.P et al. Aplicação de bioestimulante e complexo de nutrientes no tratamento de sementes de soja. **Revista Agri-Environmental Sciences**, Palmas-TO, v.6, e020001, 2020.

SFREDO, G. J.; OLIVEIRA, M. C.N. **Soja: molibdênio e cobalto**. Londrina: Embrapa Soja, 2010. 36p. (Embrapa Soja. Documentos, 322).

SFREDO, G. J et al. Eficácia de produtos contendo micronutrientes, aplicados via semente, sobre produtividade e teores de proteína da soja. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.21, p.41-45, 1997.

SHAPIRO, S. S.; WILK, M. B. An analysis of variance test for normality (complete samples). **Biometrika**, v. 52, n. 3/4, p. 591-611, dez. 1965.

SILVA, T. T. A et al. Qualidade fisiológica de sementes de milho na presença de bioestimulantes. **Ciência Agrotecnologia**, v.32, n.3, p. 840-846, mai./jun. 2008.

SINGH, A et al. Zinc oxide nanoparticles: a review of their biological synthesis, antimicrobial activity, uptake, translocation and biotransformation in plants. **Journal of Materials Science**, v.53, n.1, p.185-201, 2018.

SINGH, M. V. Micronutrient seed treatment to nourish the crops at the critical stages of growth. **Indian Institute of Soil Science Technology Bulletin**, v.19, n.1, p.1-93, 2007.

SMANIOTTO, T.A.S et al. Qualidade fisiológica das sementes de soja armazenadas em diferentes condições. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.18, n.4, p. 446-453, 2014.

SOUZA, L. C. F et al. Teor de proteína e de óleo nos grãos de soja em função do tratamento de sementes e aplicação de micronutrientes. **Ciência e Agrotecnologia**, v.33, n.6, p.1589-1593, 2009.

TOORCHI, M et al. Proteomics approach for identifying osmotic-stress-related proteins in soybeans roots. **Peptides**, v.30, n.12, p. 2108-2117, 2009.

VANZOLINI, S.; MARTINELLI-SENE, A.; SILVA, M.A. Teste de condutividade elétrica em sementes de soja tratadas com micronutrientes. **Revista Ceres**, v.53, n.309, p.590- 596, set./out. 2006.

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

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

VIEIRA, E.L. **Ação de bioestimulante na germinação de sementes, vigor de plântulas, crescimento radicular e produtividade de soja (*Glycine max* (L.) Merrill), feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) e arroz (*Oryza sativa* L.)**. 2001. 122p. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2001.

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

WEBER, E.A. **Excelência em beneficiamento e armazenagem de grãos**. Panambi: Edição do autor, 2005. 586p.

WENER, H.A et al. Qualidade fisiológica de sementes de soja (*Glycyne max* L. Merrill) tratadas com micronutrientes. **Research, Society and Development**, v.9, n.9, e787997761, 2020.

YAKHIN, O. I et al. Biostimulants in plant science: a global perspective. **Frontiers of Plant Science**, v.7, p.1-32, jan. 2017.

ZANCANARO, L.; TESSARO, L. C.; HILLESHEIM, J. **Relatório Final Projeto Específico Soja**. Rondonópolis, MT: Fundação MT, 2003, 7 p. (Informativo Técnico 01/2003).

ZULFIQAR, F et al. Nanofertilizer use for sustainable agriculture: Advantages and limitations. **Plant Science**, v.289, p.1-11, 2019.