UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO- UFMT
INSTITUTO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E TECNOLÓGICAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AGRÍCOLA

SEMENTES DE SOJA TRATADAS COM FORMULAÇÕES DE BIORREGULADORES

ANA CAROLINA CAMPOS BALDUINO

RONDONÓPOLIS – MT
2021

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO- UFMT
INSTITUTO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E TECNOLÓGICAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AGRÍCOLA

SEMENTES DE SOJA TRATADAS COM FORMULAÇÕES DE BIORREGULADORES

ANA CAROLINA CAMPOS BALDUINO
Engenheira Agrônoma

Orientador (a): Prof^{a}. Dr^{a}. Analy Castilho Polizel De Souza
Coorientador (a): Prof^{a}. Dr^{a}. Niédja Marizze Cezar Alves

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Mato Grosso para obtenção do título de Mestre em Engenharia Agrícola, linha de pesquisa Sistemas Agrícolas.

RONDONÓPOLIS- MT
2021

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO

PRÓ-REITORIA DE ENSINO DE PÓS-GRADUAÇÃO

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AGRÍCOLA

FOLHA DE APROVAÇÃO

TÍTULO: SEMENTES DE SOJA TRATADAS COM FORMULAÇÕES DE BIORREGULADORES

AUTORA: MESTRANDA ANA CAROLINA CAMPOS BALDUÍNO

Dissertação defendida e aprovada em 15 de março de 2021.

COMPOSIÇÃO DA BANCA EXAMINADORA

1. Doutora Analy Castilho Polizel (Presidente Banca / Orientadora)
INSTITUIÇÃO: UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO
2. Doutora Niédja Marizze Cezar Alves (Coorientadora)
INSTITUIÇÃO:UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO
3. Doutor Marcio Koetz (Examinador Interno)
INSTITUIÇÃO:UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO
4. Doutor Guilherme Felisberto (Examinador Externo)
INSTITUIÇÃO: FAST AGRO | NITRO
5. Doutor Salomão Lima Guimarães (Examinador Suplente)
INSTITUIÇÃO:UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO

RONDONÓPOLIS,15/03/2021.

Documento assinado eletronicamente por **MARCIO KOETZ**, **Docente da Universidade Federal de Mato Grosso**, em 15/03/2021, às 14:13, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015.

Documento assinado eletronicamente por **Guilherme Felisberto**, **Usuário Externo**, em 15/03/2021, às 14:59, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015.

Documento assinado eletronicamente por **ANALY CASTILHO POLIZEL DE SOUZA**, **Docente da Universidade Federal de Mato Grosso**, em 15/03/2021, às 16:40, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015.

Documento assinado eletronicamente por **NIEDJA MARIZZE CEZAR ALVES**, **Docente da Universidade Federal de Mato Grosso**, em 15/03/2021, às 17:22, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015.

A autenticidade deste documento pode ser conferida no site http://sei.ufmt.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **3338460** e o código CRC **C5CDB639**.

Referência: Processo nº 23108.017910/2021-61 SEI nº 3338460

Dados Internacionais de Catalogação na Fonte.

C198s Campos Balduino, Ana Carolina.
Sementes de Soja tratadas com formulações de biorreguladores / Ana Carolina Campos Balduino. -- 2021
58 f. : il. color. ; 30 cm.

Orientadora: Analy Castilho Polizel De Souza.
Co-orientadora: Niédja Marizze Cezar Alves.
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Mato Grosso, Instituto de Ciências Agrárias e Tecnológicas, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, Rondonópolis, 2021.
Inclui bibliografia.

1. Glycine max,. 2. Giberelina,. 3. Auxina. I. Título.

Ficha catalográfica elaborada automaticamente de acordo com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

Permitida a reprodução parcial ou total, desde que citada a fonte.

À Deus pelo dom da minha vida, por todo seu amor e misericórdia, por ser o caminho a verdade e a luz que conduz a minha existência.

A minha amada filha Stella de Souza Balduino, que esteve comigo nessa jornada desde o ventre, minha estrelinha.

Ao meu amado esposo Vanilson de Souza Pereira por todo amor, dedicação, companheirismo e compreensão

A minha avó Nilza Silva Balduino (in memoriam) meu exemplo de vida.

Dedico

Agradecimentos

Aos meus pais Cleiton Suair e Gislane Campos agradeço pela minha vida, pelo esforço e dedicação para minha formação e por todo amor.

A minha orientadora professora Dra. Analy Castilho Polizel de Souza, e minha coorientadora Dra. Niédja Marizze Cezar Alves, pela amizade, por todo incentivo, exemplo, aprendizado, orientação, dedicação e apoio durante a realização do trabalho.

A empresa Fast-Agro pela confiança, incentivo, e por todo apoio estrutural e tecnológico.

Aos professores do Programa de Pós-graduação em Engenharia Agrícola pelo conhecimento compartilhado, apoio e amizade.

A coordenação do Programa de Pós-graduação em Engenharia Agrícola por todo auxilio e incentivo recebido.

Aos colegas, Thiago Nahyara, Karol, Augusto e João, por toda colaboração na realização desse trabalho.

Ao colega Giovane por toda sua dedicação, companheirismo e comprometimento com a execução do trabalho.

Aos colegas do curso do Programa de Pós-graduação em Engenharia Agrícola pela amizade e auxílio nos momentos difíceis.

À Cláudia, Rayane, Ana Aurélia, Valéria, e Roselaine por todo conhecimento carinho, e amizade.

Ás minhas cunhadas Maria Aparecida e Vera Lúcia por todo incentivo e suporte em minhas necessidades.

A todos que de alguma forma contribuíram para a realização desse trabalho.

SEMENTES DE SOJA TRATADAS COM FORMULAÇÕES DE BIORREGULADORES

RESUMO: A soja é uma cultura de elevada importância econômica para o mundo, sendo um dos produtos agrícolas mais exportados do Brasil, e para atender essa demanda a cada ano a sojicultura tem alcançado altas produtividades utilizando-se tecnologias como o tratamento de sementes com biorreguladores. Desse modo, objetivou-se avaliar a qualidade fisiológica de sementes de soja tratadas com diferentes formulações contendo biorreguladores, e verificar como o uso dessas substâncias via tratamento de sementes afetam o desenvolvimento das plântulas de soja. O experimento foi conduzido na cidade de Rondonópolis-MT no laboratório de sementes da Universidade Federal de Rondonópolis, e na casa de vegetação da empresa Fast Agro. Na casa de vegetação as sementes foram distribuídas em substrato de areia e a avaliação realizada aos sete dias após a semeadura, onde quantificou-se a porcentagem de germinação, índice de velocidade de emergência e matéria seca da parte aérea. Em laboratório as sementes foram dispostas sob substrato de papel, aos 3 dias após a semeadura as plântulas normais foram avaliadas quanto ao comprimento total, de parte aérea e de raiz, matéria seca da parte aérea, de raiz e total. Obteve-se também o parâmetro de germinação em porcentagem. Para a realização dos experimentos utilizou-se a cultivar de soja TMG-2185 IPRO e os tratamentos foram organizados em 25 formulações de biorreguladores, cada formulação contendo diferentes concentrações de cinetina, ácido giberélico, AIB, e substância S (confidencial), uma testemunha e uma formulação C (confidencial). Empregou-se o delineamento experimental inteiramente casualizado com 27 tratamentos e 4 repetições. O biorregulador aplicado via sementes elevou o vigor de plântulas de soja apresentando efeitos positivos sobre seu desenvolvimento e incrementos significativos sobre as variáveis comprimento de plântulas e matéria seca para os produtos 9 (0,001 g de cinetina; 0,001 g de ácido giberélico; 0,001 g de AIB; e 0,3 g de substância S), 18 (0,004 g de cinetina; 0,002 g de ácido giberélico; 0,002 g de AIB; e 0,2 g de substância S), 21 (0,002 g de cinetina 0,002 g de ácido giberélico; 0,00 g de AIB; e 0,2 g de substância S) e 26 (substância C).Concluiu-se que os biorreguladores testados não interferiram na germinação das sementes, o produto 12 (0,003 g de cinetina, 0,003 g de ácido giberélico, 0,001 g de AIB, e 0,3 g de substância S) apresentou efeito inibitório ao crescimento do sistema radicular, o tratamento 26 composto da formulação C foi o biorregulador que mais beneficiou o desenvolvimento das plântulas, a formulação do produto 19 composto de 0,002 g de cinetina, 0 g de ácido giberélico, 0,002 g de AIB e 0,2 g de substância S reduziu a porcentagem de emergência e o índice de velocidade de emergência das plântulas, e que a concentração de substância S de 0,3 g na formulação dos produtos 10, 11, 13, 16 e de 0,2 g nos produtos 18, 19, 20, 21, e 22, proporcionou maior comprimento de raiz das plântulas de soja cultivar TMG-2185 IPRO.

Palavras chave: Reguladores, *Glycine max*, Giberelina, Auxina.

SOYABEANS SEEDS TREATED WITH BIOREGULATORY FORMULATIONS

ABSTRACT: The soybean is a crop of high economic importance for the world, being one of the most exported agricultural products from Brazil, and to meet this demand each year the soybean farming has achieved high productivity using technologies such as seed treatment with bioregulators. Therefore, the objective was to evaluate the physiological quality of soybean seeds treated with different formulations containing bioregulators, and to verify how the use of these substances via seed treatment affects the development of soybean seedlings. The experiment was conducted in the city of Rondonópolis-MT in the seed laboratory of the Federal University of Rondonópolis, and in the greenhouse of the company Fast Agro. In the vegetation house the seeds were distributed in sand substrate and the evaluation was performed seven days after sowing, quantifying the germination percentage, emergence speed index and dry matter of the aerial part. In laboratory, the seeds were placed on paper substrate, 3 days after sowing, as normal seedlings, they were evaluated for total length, shoot and root, dry matter of shoot, root and total. The germination parameter was also obtained in percentage. For the experiments the soybean cultivar TMG-2185 IPRO was used and the treatments were organized into 25 formulations of bioregulators, each formulation containing different concentrations of kinetin, gibberellic acid, AIB, and substance S (confidential), a control and a formulation C (confidential). The experimental design entirely randomized with 27 treatments and 4 repetitions. The bioregulator applied via seeds increased the vigor of soybean seedlings showing positive effects on their development and significant increases in the variables seedling length and dry matter for products 9 (0.001 g of kinetin; 0.001 g of gibberellic acid; 0.001 g of IAB; and 0.3 g of substance S), 18 (0.004 g of kinetin; 0.002 g of gibberellic acid; 0.002 g of IAB; and 0.2 g of substance S), 21 (0.002 g of kinetin; 0.002 g of gibberellic acid; 0.00 g of IAB; and 0.2 g of substance S), and 26 (substance C). It was concluded that the tested bioregulators did not interfere in the germination of seeds, product 12 (0.003 g of kinetin, 0.003 g of gibberellic acid, 0.001 g of AIB, and 0.3 g of substance S) presented inhibitory effect on the growth of the root system, treatment 26 composed of formulation C was the bioregulator that most benefited the development of seedlings, product formulation 19 composed of 0, 002 g of kinetin, 0 g of gibberellic acid, 0.002 g of AIB and 0.2 g of substance S reduced the percentage of emergence and the rate of emergence of seedlings, and that the concentration of substance S of 0.3 g in the formulation of products 10, 11, 13, 16 and 0.2 g in products 18, 19, 20, 21, and 22, provided greater root length of soybean seedlings cultivar TMG-2185 IPRO.

Key words: Regulators, *Glycine max*, Gibberellin, Auxin.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1- A- Adição do tratamento na massa de sementes de soja, B- Agitação do tratamento em sacos plásticos. Fonte: Acervo próprio.....29

Figura 2- A e B – Marcação dos pontos de semeadura com madeira, C - processo de semeadura dos tratamentos, D- bandejas semeadas. Fonte: Acervo próprio.....30

Figura 3- Plântulas de soja aos sete dias após a semeadura com emergência estabilizada. Fonte: Acervo próprio.....31

Figura 4- Técnica de semeadura no terço superior do papel para comprimento de plântulas. Fonte: Acervo próprio.....32

Figura 5- Plântulas de soja aos três dias após a semeadura em substrato de papel, marcação verde: Parte aérea considerada no comprimento de plântulas e seccionamento para matéria seca, marcação vermelha: Sistema radicular do comprimento da raiz principal e região de seccionamento da raiz para matéria seca, imagem obtida através do programa Groundeye S800D. Fonte: Acervo próprio.....33

LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Massa em g por reagente que constituíram as formulações dos tratamentos.....28

Tabela 2 – Valores médios do teste de caracterização do lote de sementes TMG-2185 IPRO utilizado para a instalação do experimento.....35

Tabela 3- Quadrados médios e coeficientes de variação para as variáveis porcentagem de germinação (G%) e de plântulas normais (% PLN) de sementes de soja cultivar TMG-2185 IPRO tratadas com diferentes formulações de biorreguladores.....36

Tabela 4- Quadrados médios e coeficientes de variação do teste realizado em substrato de areia para as variáveis emergência em porcentagem aos dois DAS (% E/2), três (% E/3), quatro (% E/4), cinco (% E/5), e aos seis DAS (% E/6), Índice de Velocidade de Emergência aos sete DAS (IVE/7 D), e matéria seca da parte aérea (MSPA) por plântula normal, de sementes de soja cultivar TMG-2185 IPRO tratadas com diferentes formulações de biorreguladores.....37

Tabela 5- Dados médios das variáveis emergência em porcentagem aos dois dias após a semeadura (% E/2), e índice de velocidade de emergência aos 7 dias após a semeadura de plântulas de soja cultivar TMG-2185 IPRO com sementes tratadas sob diferentes formulações de biorreguladores em teste realizado em substrato de areia.....38

Tabela 6- Quadrados médios e coeficientes de variação para as variáveis comprimento de hipocótilo em centímetros (CHIPO), comprimento de raiz (CR), comprimento de raiz + hipocótilo (CRH), matéria seca da parte aérea (MSPA), matéria seca de raiz (MSR), matéria seca da parte aérea + matéria seca de raiz (MSPAR) de sementes de soja cultivar TMG-2185 IPRO tratadas com diferentes formulações de biorreguladores em teste realizado sob substrato de papel aos 3 dias após a semeadura.....40

Tabela 7- Médias do comprimento em centímetros de hipocótilo (CHIPO/PN), comprimento de raiz (CR/PN), e comprimento de raiz + hipocótilo (CRH/PN) por plântula normal de soja cultivar TMG-2185 IPRO, com sementes tratadas sob diferentes formulações de biorreguladores em teste realizado sob substrato de papel.....41

Tabela 8- Médias das variáveis matéria seca da parte aérea (MSPA/PN), matéria seca de raiz (MSR/PN), e matéria seca da parte aérea + matéria seca de raiz (MSPAR/PN) em gramas por plântula normal (g/plân N) de plântulas de soja cultivar TMG-2185 IPRO com sementes tratadas sob diferentes formulações de biorreguladores em teste realizado sob substrato de papel.....45

Tabela 9- Resultados da análise estatística descritiva para os parâmetros de germinação em porcentagem (G%), plântulas normais (PLN), e plântulas anormais de sementes de soja cultivar TMG-2185 tratadas com diferentes formulações de biorreguladores semeadas em substrato de papel.....46

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO 11
2. REFERENCIAL TEÓRICO 13
2.1 Qualidade de sementes de soja 13
2.2 Biorreguladores e fisiologia vegetal 14
2.3 Cinetina 19
2.4 Ácido giberélico 21
2.5 Ácido Indolbultírico 23
3. MATERIAL E MÉTODOS 25
3.1 Local 25
3.2 Material genético 25
3.3 Análises de caracterização do lote de sementes 25
3.3.1 Peso de Mil Sementes (PMS) 25
3.3.2 Teor de água das sementes (TA) 26
3.3.3 Tetrazólio (TZ) 26
3.3.4 Germinação em substrato de papel e areia 26
3.4 Tratamento de sementes 27
3.5 Delineamento experimental 29
3.6 Instalação do experimento em casa de vegetação 29
3.6.1 Índice de velocidade de Emergência (IVE) 30
3.6.2 Emergência de plântulas em porcentagem 31
3.6.3 Matéria seca da parte aérea 31
3.7 Instalação do experimento em laboratório 32
3.7.1 Comprimento de plântulas em substrato de papel 32
3.7.2 Matéria seca de plântulas 33
3.7.3 Germinação em substrato de papel 34

3.8 Análises estatísticas 34
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO 35
5. CONCLUSÕES 48
6. REFERÊNCIAS 49

1. INTRODUÇÃO

A soja (*Glycine max* (L.) Merrill) é uma cultura de elevada importância econômica mundial. Nacionalmente essa oleaginosa tem obtido recordes de produção a cada ano como revela dados da CONAB- Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB, 2020) para a safra de 2019/2020 que atingiu 120,9 milhões de toneladas, um recorde na série histórica, representando um acréscimo de 5,1% em relação à safra passada.

Entre os fatores que tem proporcionado elevadas produtividades da sojicultura estão o uso de sementes de qualidade, tratos culturais adequados e o desenvolvimento de tecnologias dedicadas a obter melhorias nutricionais, genética, física e fitossanitária das sementes. Apesar dos grandes avanços agrotecnológicos faz-se necessário a busca por tecnologias que eleve a capacidade das sementes em expressar seu máximo potencial genético, afim de obter plantas mais vigorosas e com elevada uniformidade de estande, fatores que refletem em maior produtividade das culturas no campo, além de facilitar os tratos culturais.

Nos últimos anos o tratamento de sementes vem se destacando na indústria como excelente alternativa ao setor sementeiro, devido ao aumento no desempenho das sementes tanto na fase inicial de germinação e estabelecimento das culturas, quanto em seu ciclo vegetativo (PESKE e BAUDET, 2012). Neste sentido empresas e indústrias de formulação de produtos são fundamentais, pois contribuem com o desenvolvimento de tecnologias e produzem diversas fórmulas que proporcionam um bom estabelecimento da cultura em campo viabilizando o cultivo. Entre as tecnologias atualmente desenvolvidas destaca-se o tratamento de sementes com reguladores vegetais que segundo Rodrigues (2015) são compostos naturais ou sintéticos que exibem atividade biológica no controle do crescimento e do desenvolvimento das plantas.

Os biorreguladores possuem ação similar aos grupos de hormônios vegetais e são empregados na cultura de células e tecidos isolados in vitro, e aplicados externamente nas plantas em campo. Eles atuam promovendo efeitos como retardar ou inibir o crescimento vegetativo, promover ou inibir o florescimento, aumentar a frutificação efetiva, evitar a abscisão e aumentar o tamanho dos frutos, controle da maturação e senescência, promover o enraizamento e quebra da dormência de sementes e gemas, entre outros (TAIZ e ZEIGER 2004).

Pesquisas tem demonstrado o efeito positivo do tratamento de sementes de soja com biorreguladores (ALBRECHT et al., 2010; MILLÉO e MONFERDINI 2004; VIEIRA e CASTRO 2001). Essas pesquisas apontam que os biorreguladores são capazes de otimizar as

produções e proporcionar melhorias na germinação e desenvolvimento inicial das plantas, além de incrementos nas produtividades das culturas. Porém alguns autores não observaram interferência da aplicação de biorreguladores via sementes no desenvolvimento inicial de plântulas de soja (CASTRO et al. 2008; MOTERLE 2011; KLAHOLD et al. 2005), o que demonstra a necessidade de maiores estudos para avaliar como plântulas de soja se desenvolvem quando se utiliza biorreguladores no seu tratamento.

Embora alguns estudos demonstrem efeitos positivos de reguladores vegetais no tratamento de sementes, sua utilização ainda não é amplamente difundida entre produtores de soja, sendo esta prática mais utilizada nas áreas de fruticultura, olericultura e plantas ornamentais. Para a soja o biorregulador mais utilizado é formulado à base de três reguladores vegetais que são ácido indolbutirico - IBA (análogo de auxina), cinetina (citocinina) e ácido giberélico - GA3 (giberelina).

Portanto, considerando a elevada demanda por inovação no campo e a capacidade da cultura em obter altas produtividades, é necessário o estudo de novas formulações de biorreguladores que sejam capazes de proporcionar melhorias na germinação, uniformidade no estabelecimento inicial do estande, acúmulo de matéria seca e plântulas mais vigorosas. Logo, resultando em plantas eficientes capazes de expressar seu potencial genético e de tolerar estresses como déficit hídrico ou altas temperaturas, atingindo elevadas produtividades e proporcionando ao produtor maior rentabilidade.

Desse modo objetivou-se com o referido trabalho avaliar a qualidade fisiológica de sementes de soja, cultivar TMG-2185 IPRO sob o efeito de diferentes formulações contendo biorreguladores, e verificar como o uso de biorreguladores em tratamento de sementes afetam o desenvolvimento das plântulas de soja.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Qualidade de sementes de soja

Na cultura da soja para que elevadas produtividades sejam alcançadas o uso de sementes de qualidade é essencial pois proporciona o melhor desempenho da cultura em campo, e para que seja obtida produção de sementes de alta qualidade em regiões tropicas é necessário a adoção de técnicas adequadas que vão desde o campo até a nova semeadura (FRANÇA NETO et al, 2007).

A qualidade das sementes é um fator extremamente importante uma vez que ela interfere diretamente no estabelecimento de estandes uniformes em campo e da origem á plântulas vigorosas, essas com os tratos culturais adequados são capazes de se desenvolver expressando o máximo potencial genético, transformando-se em plantas de alta performance e assim atingindo as grandes produtividades almejadas pelo produtor.

São consideradas sementes de qualidade aquelas que apresentam boa germinação e elevado vigor. A germinação é o percentual de sementes que germinam e originam plântulas, já o vigor é a somatória de atributos que conferem a semente o potencial para uma rápida e uniforme emergência, além de conseguir se desenvolver sob condições de estresses bióticos e abióticos. A qualidade de sementes envolve uma série de atributos genéticos, físicos, fisiológicos e sanitários que somados determinam o seu comportamento tanto em condições de campo após a semeadura, quanto em condições de armazenamento (BOTELHO, 2012).

De acordo com Toledo e Marcos Filho (1977), a redução do poder germinativo e do vigor é a manifestação mais elevada da deterioração das sementes. Os efeitos na qualidade fisiológica geralmente são observados pelo menor percentual germinativo, e no aumento de plântulas anormais o que consequentemente gera uma redução no vigor de plântulas (CARVALHO e NAKAGAWA, 1980).

Vários são os fatores que reduzem a qualidade das sementes esses vão desde condições ambientais desfavoráveis, estresse nutricional devido ao manejo inadequado da cultura até más condições de armazenamento. Portanto consolidar todos os atributos necessários para que a semente tenha uma boa qualidade é um processo trabalhoso que ocorre ao longo do tempo de produção, já a perda de qualidade é recorrente, principalmente na fase final da maturação (GIGLIOGLI e FRANÇA NETO, 1981; HARTING e POTTS, 1987).

As sementes de soja quando expostas á ciclos alternados ou constantes flutuações diárias de elevada e baixa umidade relativa do ar antes da colheita sofrem deterioração por

umidade, se essas forem associadas a elevadas temperaturas ocorre a formação de rugas nos cotilédones (FRANÇA NETO e HENNING, 1984). Além dessas consequências diretas a deterioração por umidade pode resultar em maior índice de danos mecânicos na colheita, segundo Henning (2005), esses danos ainda podem ser intensificados pela interação com alguns fungos de campo como *Phomopsis* spp., *Fusarium* spp., *Cercospora kikuchii.* Esses patógenos ao infectar a semente aumentam a taxa de respiração levando ao consumo dos tecidos de reserva e contribuem para a redução da germinação e do vigor.

Os desafios para a produção de sementes de qualidade são muitos e se estende após a colheita, sendo o armazenamento uma prática primordial que auxilia na manutenção da qualidade fisiológica da semente além de ser um método que permiti preservar a viabilidade das sementes e manter seu vigor até a próxima semeadura (AZEVEDO et al., 2003).

Para assegurar a qualidade da semente e a eficiência em todas as fases de produção é preciso estabelecer um confiável sistema para o controle de qualidade, permitindo resultados claros e assertivos, com respostas adequadas a cada operação. A análise de sementes é parte essencial dessa etapa, pois define o conjunto de procedimentos técnicos que serão utilizados para avaliar a qualidade de uma amostra de sementes (TILLMANN e MENEZES, 2012).

2.2 Biorreguladores e fisiologia vegetal

O hormônio vegetal ou fitormônio é uma substância química produzida pelas plantas em uma célula ou tecido em concentrações baixas, sendo biologicamente ativa atuam regulando processos fisiológicos (DE MELO, 2002). A interação entre hormônio e receptor ocorre em sítios específicos, em concentrações extremamente baixas, o que provoca vários processos fisiológicos, contudo, inibem ou modificam o crescimento e desenvolvimento do vegetal, sendo extremamente importante nas respostas a fatores ambientais (RODRIGUES e FIOREZE, 2015).

Os hormônios regulam o crescimento e o desenvolvimento, em parte pelo fato de produzirem efeitos ampliados onde uma única molécula de hormônio pode desencadear uma série de eventos metabólicos, interferindo no desenvolvimento intracelular (RAVEN et al., 2007). Essas substâncias são capazes de intervir em processos fisiológicos, tais como: germinação das sementes, o vigor inicial das plântulas, o crescimento o desenvolvimento radicular e foliar, e a produção de compostos orgânicos (VIEIRA e CASTRO, 2004). São reconhecidos nove principais grupos de hormônios vegetais: auxinas (Ax), giberelinas (GA), citocininas (CK), ácido abscísico (ABA), etileno (Et), brassinoesteróides (BRA), jasmonatos

(JA), salicilatos (SA), poliaminas (PA) e, mais recentemente, as estrigolactonas (ST) (RODRIGUES et al., 2015).

Os hormônios vegetais possuem funções mediadoras de processos fisiológicos principalmente na alteração de um estado fisiológico para outro por isso são considerados primordiais no processo germinativo (KHAN et al., 1977).

De forma resumida pode se considerar que as giberelinas estão envolvidas na transcrição genética, as citocininas na tradução e as auxinas na permeabilidade das membranas. Os eventos principais na germinação com a ação dos hormônios são classificados por Jann e Amen (1977) em:

1. Bloqueio do etileno e translocação de auxina;
2. Dissipação do etileno;
3. Translocação da auxina e formação de giberelina;
4. Alongamento celular e hidrólise de polímeros;
5. Produção de citocininas e divisão celular.

Os reguladores vegetais ou biorreguladores correspondem á todas as substâncias naturais (produzidas por fungos por exemplo) ou artificiais, que interferem no desenvolvimento e crescimento das plantas (DE MELLO, 2002). De acordo com Rodrigues et al. (2015) os reguladores vegetais mais comuns são á base de giberelinas (ácido giberélico) ou compostos de mais de um grupo hormonal, como auxinas, giberelinas e citocininas, porém existem os biorreguladores não hormonais que são os aminoácidos, antioxidantes, extratos de enzimas e vitaminas, e os biofertilizantes que corresponde aos ácidos húmicos, fúlvicos, extratos de algas e micro-organismos, como bactérias, fungos e micorrizas.

Segundo Laca-Buendia (1989) quando aplicados em plantas os biorreguladores apresentam ações similares aos grupos de hormônios vegetais como Citocininas, Giberelinas, Auxinas, Ácido abcísico e Etileno podendo atuar na inibição da biossíntese ou, ainda, na atividade desses hormônios. De acordo com Vieira e Castro (2002) os reguladores vegetais podem ser aplicados externamente nas plantas ou nas sementes, e dependendo da composição, concentração e proporção, são capazes de promover maior crescimento e desenvolvimento vegetal, através do estimulo à divisão celular, consequentemente aumentando a absorção de água e nutrientes pelas raízes, podendo-se levar a alterações qualitativas e quantitativas na produção.

Os biorreguladores interferem no metabolismo proteico o que pode elevar a taxa de síntese de enzimas que estão envolvidas diretamente no processo de germinação das sementes, esses ainda atuam no enraizamento, floração, frutificação e senescência de plantas (MCDONALD e KHAN, 1983).

Segundo Bewley e Black (2013) Os reguladores endógenos podem estar envolvidos em vários processos durante a germinação das sementes como:

1. No crescimento e desenvolvimento da semente (detendo o crescimento e priorizando a maturação das sementes);
2. Acumulo e armazenamento de tecidos de reservas;
3. Crescimento e desenvolvimento de tecidos extra seminais;
4. Armazenamento para posterior uso durante a germinação e o rápido crescimento da plântula;
5. Diversos efeitos fisiológicos em tecidos e órgãos, para o desenvolvimento do fruto.

Substâncias reguladoras podem ser combinadas com outras substâncias, para interferir no processo germinativo das sementes como também nos eventos pós-germinativos, como a mobilização de reservas, crescimento e desenvolvimento do embrião (VIEIRA e MONTEIRO, 2002). A mistura de dois ou mais reguladores vegetais ou de reguladores vegetais com outras substâncias, é denominada bioestimulante. (VIEIRA e CASTRO, 2002).

Estudos demonstram efeitos benéficos da aplicação de biorreguladores em várias espécies como soja, feijão, milho, entre outras espécies, essas substâncias tem se mostrado capaz de proporcionar melhorias no desempenho das plantas em campo, e proporcionar incrementos á cultura.

O uso de biorregulador vegetal composto de 0,009% de cinetina, 0,005% de ácido giberélico, 0,005% de ácido indolbultírico e 99,981% de ingrediente inerte no tratamento de sementes de arroz foi testado por ELLI et al. (2016), os autores avaliaram quatro cultivares (IRGA Puitá, IRGA 417, IRGA 421, IRGA 424) e cinco doses do biorregulador (0; 3; 6; 9 e 12 mL kg^{-1} de sementes). Houve o aumento na porcentagem de germinação das sementes com potencial fisiológico reduzido e acréscimo no vigor das sementes de todas as cultivares com o uso do biorregulador. As doses de 3 e 6 mL kg^{-1} de sementes são as mais recomendadas para a cultura, proporcionando significativos aumentos no seu desempenho fisiológico.

Carvalho et al. (1994) estudando a aplicação de fitorreguladores em algodão concluiu que estes elevaram o peso de capulho e das sementes. Assim como Santos e Vieira (2005) estudando doses de produto biorregulador aplicados em sementes de algodão verificaram

incrementos na área foliar, altura e crescimento inicial das plantas. Os autores consideram que o tratamento de sementes com biorregulador é capaz de originar plântulas mais vigorosas, com maior comprimento, e maiores porcentagens de matéria seca e emergência em areia e terra sendo as respostas proporcionais ao aumento das doses do produto.

Milléo e Zangonel (2002) com a finalidade de verificar a eficácia de diferentes doses do biorregulador vegetal composto de 0,009% de cinetina, 0,005% de ácido giberélico, 0,005% de ácido indolbultírico e 99,981% de ingrediente inerte na cultura do feijoeiro verificaram que o tratamento de sementes com os produtos elevaram a absorção de potássio (K) e proporcionou maiores concentrações de proteínas nos grãos de feijão.

Estudando feijão carioca tratados com diferentes doses de biorregulador via foliar e tratamento de sementes, Alleoni et al. (2009) observaram que a aplicação via foliar favoreceu os parâmetros peso seco no estádio de 3º trifólio, número de vagens/planta, número de internós, peso de 1000 grãos e produtividade, enquanto a aplicação nas sementes e via foliar, indicam acréscimos no “stand” final, no número de grãos/vagem e no peso seco de plantas no florescimento.

Vieira e Castro (2001) avaliou a ação de um biorregulador composto por 0,009% de cinetina, 0,005% de ácido giberélico, 0,005% de ácido indolbultírico e 99,981% ingrediente inerte nas doses de 1,0, 2,0, 3,0, 4,0 5,0 mg/05 Kg de sementes de soja, e obtiveram que a concentração de 3,5 mL por 0,5 kg de sementes proporcionou pra a variável plântulas normais um incremento de 51,9% em relação ao controle que foi de 32,4% de plântulas normais. A concentração de 4,1 mL proporcionou um aumento de 55,3% na matéria seca de plântulas, sendo o acúmulo de massa seca máxima de 0,034 g. Na concentração de 1,3 mL, o crescimento radicular vertical alcançou o máximo valor de 26,4 cm, oque significou um incremento de 9,9 % em relação a testemunha que obteve 24 cm.

Albrecht et al. (2010) avaliaram a qualidade fisiológica e sanitária de sementes de soja tratadas com biorregulador (sem e com 0,500 L 100 kg^{-1} de sementes) e cinco doses do produto (0; 0,125; 0,250; 0,375 e 0,500 L ha^{-1}) aplicadas via foliar, em dois estádios de desenvolvimento da cultura (V_5 ou R_3). Os autores concluíam que o biorregulador utilizado altera a qualidade das sementes, diminuindo o vigor com o incremento das doses na fase reprodutiva, quando associado ao tratamento de sementes, ou aumenta a porcentagem de plântulas normais e a sanidade, quando aplicado, via foliar, sem o tratamento das sementes, sobretudo em aplicações foliares em estádio V_5.

De acordo com Milléo e Monferdini (2004) sementes de soja da cultivar CD 206 tratadas com biorregulador composto de 0,009% de cinetina, 0,005% de ácido giberélico,

0,005% de ácido indolbultírico e 99,981% de ingrediente inerte antes da semeadura e no sulco de semeadura, emergiram mais cedo que a testemunha e os demais tratamentos além de apresentarem uma maior porcentagem de sementes germinadas aos dez dias após a semeadura. Também foram obtidos maior número de vagens por planta e maior peso de mil grãos em relação à testemunha.

Avaliando o efeito da aplicação de biorregulador nas doses 0; 250 mL; 500 mL; 750 mL; e 1000 mL por 100 Kg^{-1} de sementes de soja cultivar M-SOY 8757, Batista Filho et al. (2013) verificaram que para a produtividade a cultivar apresentou a maior média de 5.306,22 kg ha^{-1} na concentração de 750 mL de bioestimulante por 100 kg de sementes, ocorrendo um acréscimo de 39,4% em relação a testemunha essa concentração também proporcionou o maior número de vagens por planta que foi de 62,35 porém para o número de grãos por vagem não diferiu significativamente dos tratamentos. A dose de 1000 mL de bioestimulante por 100 Kg de sementes reduziu a produtividade para 4.389,14 kg ha^{-1} e número de vagens por plantas, não sendo recomendada.

Porém Castro et al. (2008) avaliaram o desenvolvimento de plantas de Soja oriundas de sementes tratadas com inseticidas e biorregulador composto de 0,009% de cinetina, 0,005% de ácido giberélico, 0,005% de ácido indolbultírico e 99,981% de ingrediente inerte. Os autores observaram que o tratamento de sementes de soja com os inseticidas e o bioestimulante levam à formação de raízes de soja mais finas, o que caracteriza um efeito tônico, e que os tratamentos estudados não proporcionam maior crescimento do sistema radicular das plantas, a testemunha apresentou um raio médio radicular de 0, 41 cm maior que todos os tratamentos inclusive do bioestimulante que foi de 0,25 cm esse resultado é contrário à finalidade do produto de proporcionar efeito aditivo ao crescimento radicular. Também não houve diferença estatística quanto a porcentagem de germinação pois todos os tratamentos incluindo a testemunha apresentaram germinação superior a 80%.

Moterle (2011) com o objetivo de avaliar a qualidade fisiológica de sementes de nove cultivares comerciais de soja tratadas com três concentrações (400; 500 e 600 mL 100 kg^{-1}de sementes) de biorregulador concluiu que doses crescentes não influenciaram a germinação e a biomassa da matéria seca das plântulas, entretanto, podem aumentar a velocidade de germinação, dependendo do cultivar.

Tatto et al. (2018) avaliando o desempenho de sementes de soja tratadas com biorregulador sob diferentes condições de potencial osmótico, verificaram que o decréscimo no potencial osmótico, induzido por solução de NaCl, reduz a germinação e o vigor de

sementes de soja, e que o tratamento de sementes com bioestimulante proporciona aumento no desempenho de plântulas de soja e induz resistência à condições de estresse hídrico.

Klahold et al. (2005) avaliou o efeito do biorregulador composto de 0,009% de cinetina, 0,005% de ácido giberélico, 0,005% de ácido indolbultírico e 99,981% de ingrediente inerte, via semente, e via foliar. Os autores observaram que as aplicações do biorregulador via semente não promoveu alterações nas variáveis avaliadas (altura de plantas, número de folhas e matéria seca) aos 15 e 58 DAE para a cultura da soja. Aos 73 DAE, a aplicação do bioestimulante via semente, via foliar e nas duas formas combinadas, resultaram efeitos positivos sobre a massa seca de flores, massa seca da raiz, razão raiz/parte aérea e número de flores, proporcionando incrementos quanto ao número de vagens, número de grãos e produção por planta.

Estudando o efeito da aplicação de bioestimulante em sementes de soja, arroz e feijoeiro, Vieira (2001) não observou problemas com fitotoxidade nas sementes e concluiu que o produto apresentou efeitos positivos na germinação, número de plântulas normais, comprimento de plântulas, matéria seca, emergência de plântulas em areia, e no número de plântulas normais.

Os biorreguladores induzem a resposta de diferentes órgãos da planta, porém essa resposta depende de vários fatores como estádio de desenvolvimento, concentração, interação entre os outros reguladores e fatores ambientais, estando envolvido principalmente nos processos de crescimento e desenvolvimento de um órgão ou tecido vegetal (DE CAMPOS et al., 2008).

Embora sejam demonstrados efeitos positivos de biorreguladores no tratamento de sementes, sua utilização ainda não é amplamente difundida entre sojicultores. Por isso o estudo de suas aplicações no tratamento de sementes e como as plântulas se desenvolvem na presença dessas substâncias ainda encontram respostas variáveis e necessitam ser investigados

2.3 Cinetina

A cinetina (KIN), pertence ao grupo de hormônios conhecido como citocininas, que recebe esse nome por ser um hormônio vegetal que estimula a divisão celular ou citocinese em plantas. Seu nome químico é 6-Furfurilaminopurina sua massa molecular é de 215,2 gramas e são derivadas da base nitrogenada púrica adenina (DE MELO, 2002).

Sua descoberta está associada aos estudos de Folke Skoog e colaboradores (anos 50 do século XX), eles observaram que ao adicionar água de coco ou DNA autoclavado em meio de

cultura ocorria o restabelecimento das divisões celulares, e depois de isolar várias substâncias sugeriu-se que a adenina favorecia à divisão celular, promovendo o crescimento (TAIZ e ZEIGER, 2004). A identificação do primeiro promotor de divisão celular foi conduzida por Miller et al, (1956), quando purificaram a 6-(furfurilamino) purina cujo o nome popular é cinetina a partir do DNA de esperma de peixe.

As citocininnas são biossintetizadas por modificações bioquímicas da adenina e essas modificações acontecem nos meristemas radiculares (ápice da raiz) e sementes em desenvolvimento, e são encontradas como substâncias livres, ou associadas a açúcares, fósforo e RNAt, translocadas para o caule pelo xilema (TAIZ e ZEIGER, 2004).

De acordo com Krikorian, (1991) a citocinina atua principalmente na divisão celular, morfogênese, quebra da dominância apical, crescimento de brotos e gemas laterais, expansão foliar, retardo da senescência foliar, e abertura estomática. Nos cloroplastos, elas influenciam na organização básica dos componentes, e mantêm a integridade do aparelho fotossintético, consequentemente interferindo no conteúdo de clorofila. (SYNCOVÁ et al., 1997).

Os efeitos da citocinina são determinantes para o processo de divisão celular, que por sua vez é primordial no início do desenvolvimento de sementes e o período mais crítico do desenvolvimento do embrião, sendo o potencial de força de dreno de tecidos reprodutivos jovens dependente da atividade da citocinina (WESTGATE e PETERSON, 1993).

Segundo Walker et al. (1989) as citocininas são substâncias essenciais para complementar a ação das giberelinas na indução da germinação e de processos enzimáticos, pois regulam o nível de inibidores ativos presentes nas sementes tornando-as mais sensíveis à ação de GA. Gepstein e Ilan (1980) demostraram que as citocininas são capazes de induzir um aumento na atividade de hidrolases, como α-amilase e proteases.

A cinetina induz o crescimento não somente em função da divisão das células mas também por meio do alongamento celular sendo em muitos casos esses efeitos duplicados pela presença da auxina. Em cultivos in vitro auxinas e citocininas são as classes de reguladores vegetais mais empregadas pois a disponibilidade e interação entre as duas regulam a formação de raiz, parte aérea e calos (HUSSEY, 1978).

De acordo com Thomas (1977), as citocininas podem estar envolvidas no processo germinativo das sementes atuando em alguns níveis de controle como:

1. Controle a nível de gene;
2. Controle á nível de tradução;
3. Regulação das funções proteicas;
4. Regulação da permeabilidade da membrana;

5. Regulação dos níveis de giberelinas.

FERRARI (2009) avaliou o tratamento de sementes de *Passiflora alata Curtis* (Maraujá doce) sob as concentrações de 100, 200, 300, 400 e 500 mg L-1 tanto para GA3 quanto para GA4+7 + N-(fenilmetil)- aminopurina. A associação entre giberelinas e citocinina influenciou no processo germinativo das sementes *Passiflora alata Curtis* com incremento na porcentagem, na velocidade e redução no tempo de germinação e na porcentagem de sementes dormentes.

PASSOS, et al. (2008) avaliou o efeito de cinco doses de cinetina, combinadas com quatro doses de nitrato de potássio, a aplicação de nitrato de potássio não influenciou as características agronômicas avaliadas já a cinetina aumentou em até 27,4% o número de legumes fixados. O peso de 1.000 sementes e a produtividade de grãos foram aumentados em até 2,7 e 32,3%, respectivamente.

2.4 Ácido giberélico

Pertencente ao grupo de hormônios das Giberelinas o ácido giberélico (GA_3) é encontrado em plantas e fungos e possui massa molecular de 346,4 gramas. As giberelinas possuem dois tipos de estruturas com 19 ou 20 átomos de carbono, vários arranjos podem ser realizados na estrutura química do anel ent-giberelano, resultando na grande diversidade de giberelinas conhecidas (DE MELO, 2002).

As giberelinas foram isoladas inicialmente por cientistas japoneses a partir do fungo *Gibberella fujikuroi*, este era causador de uma doença em plantas de arroz que induzia o maior crescimento do talo resultando em acamamento das plantas (SPONSEL, 1995). Na década de 1950 pesquisadores Norte-Americanos e ingleses ilustraram a estrutura do material purificado do fungo este foi denominado de Ácido giberélico (GA_3) (TAIZ e ZEIGER, 2004). Segundo os mesmos autores a giberelina em planta superior foi identificada apenas no final da década de 1950 por Jake MacMillan na Inglaterra.

As GAs são sintetizadas a partir do ácido mevalônico nos tecidos jovens de brotos de gemas ativas e entre nós da parte aérea da planta, podendo ser transportada pelo resto da planta via floema (DE MELO, 2002). Em sementes e frutos em desenvolvimento são encontrados altos níveis de giberelinas ativas, e esses valores decrescem chegando à zero em sementes maduras, porém essas sementes possuem GA_{12}-aldeído que é precursora de todas as GAs e pode ser convertida para a forma ativa durante as fases iniciais do processo de germinação (TAIZ e ZEIGER, 2004).

As giberelinas possuem funções primordiais em vários aspectos importantes do desenvolvimento da planta são eles: Iniciação floral e determinação do sexo pois as GAs podem atuar substituindo dias longos e frios fatores requeridos por muitas plantas para iniciar seu florescimento, ou ser mediadora dos efeitos ambientais tais como fotoperíodo e temperatura que interferem na determinação sexual das plantas; crescimento do caule através do desenvolvimento internodal levando ao alongamento do caule; as GAs regulam a transição da fase juvenil para a fase adulta em plantas perenes; a aplicação de giberelinas ainda pode auxiliar no crescimento inicial de alguns frutos atuando na fase seguinte à polinização contribuindo para o seu desenvolvimento (SKENE, 1969; VICHIATO et al., 2007).

No processo germinativo as giberelinas atuam em conjunto com as citocininas em funções essenciais para que ocorra a germinação estimulando a raiz primária no rompimento dos tecidos que restringem o seu crescimento, como o endosperma, o tegumento da semente ou do fruto, já as citocininas, possuem a habilidade de induzir a divisão celular e promover o crescimento da radícula, elas ainda são necessárias nas etapas de ativação do crescimento do embrião, na hidrólise e mobilização das reservas do endosperma (CROZIER et al., 2000; TAIZ e ZEIGER, 2004; WALKER et al., 1989).

De acordo com Castro et al. (2008), a giberelina estimula a produção de enzimas hidrolíticas, capazes de quebrar o amido e outras substâncias, possibilitando a retomada do crescimento do eixo embrionário, com tudo levando a quebra da dormência fisiológica das sementes. Entre essas enzimas destaca-se a α-amilase que é a principal enzima para a germinação das sementes sendo ela a responsável pela degradação dos grãos de amido que compõem o tecido nutritivo de reserva da semente. Paleg (1960) verificou que em meia semente de cevada mesmo na ausência do embrião, o ácido giberélico (GA), foi capaz de estimular a atividade da α-amilase, concluindo que as giberelinas endógenas atuam como um importante regulador hormonal durante o processo germinativo. O estímulo à germinação proporcionou as giberelinas uma ampla gama de utilização como tratamento para quebra de dormência de sementes em várias espécies.

De acordo com Bensen et al. (1990) em plântulas de soja a taxa de alongamento do hipocótilo está relacionada com a quantidade de GA, que está interagindo com o ácido abscísico (ABA). O ácido giberélico tem a capacidade de estimular o crescimento em várias espécies de plantas isso ocorre devido a promoção do alongamento e divisão celular (RÊGO, 1984).

A aplicação de giberelinas ativas biologicamente promove aumentos no teor de amido em folhas de soja, e são observados também efeitos estimulantes da giberelina na porcentagem de germinação e vigor de plântulas de soja (MISLEVY et al., 2008).

Avaliando o efeito da aplicação de bioestimulantes no tratamento de sementes de milho Aragão et al. (2001) verificaram efeito favorável do fitorregulador GA_3 na velocidade e na percentagem de germinação, com consequente reflexo na qualidade das plântulas de milho. Segundo Zhang et al. (1997) a aplicação de GA_3 em sementes de soja acelerou o processo de emergência de plântulas mas interferiu reduzindo o número de nódulos e o acúmulo de nitrogênio na fase inicial de desenvolvimento das plantas, porém esses efeitos negativos inicias foram superados ao fim do ciclo de cultivo.

Leite, et al. (2003) avaliaram duas aplicações foliares sendo a primeira de 100 mg L-1 de GA3, associado ou não a 30 mg L-1 de CK (citocinina), e na segunda 30 mg L-1 de CK, e GA3 (50 mg L-1) foi aplicado como tratamento de sementes de soja. Foi observado que o tratamento de sementes diminuiu a emergência de plântulas e o comprimento de raiz, mas com o decorrer do experimento, a diferença no crescimento radicular desapareceu. Além destes efeitos, as plantas foram menores e apresentaram uma diminuição no número de nós, diâmetro de caule, área foliar e produção de matéria seca. A aplicação foliar de GA3 aumentou a altura da planta, altura do primeiro nó e diâmetro de caule. A área foliar e a produção de matéria seca também aumentaram com a aplicação foliar de GA3. Não foi verificado efeito de GA3 e CK exógenas sobre o número de folhas, número de ramificações e matéria seca da raiz. A aplicação conjunta de giberelina e citocinina tendeu a diminuir os efeitos da giberelina. Citocinina aplicada às folhas durante o crescimento vegetativo da soja, não apresentando efeito sobre quaisquer variáveis analisadas.

2.5 Ácido Indolbultírico

Com massa molecular de 203,2 gramas o Ácido Indolbultírico pertence a classe de reguladores de crescimento das Auxinas sendo o nome proveniente do grego “auxein” que significa “crescer”, F. Kolg e outros assim à denominaram em virtude de sua capacidade de promover o alongamento do tecido do coleóptilo (DE MELO, 2002). O ácido indolbutírico (AIB), é considerado uma auxina sintética mas já foi encontrado como constituinte endógeno (auxina natural) em plantas por cromatografia gasosa/espectrometria de massa (EPSTEIN et al., 1989).

As auxinas nas plantas são sintetizadas inicialmente nos primórdios foliares e folhas jovens, meristemas apicais da parte aérea, e nos frutos e sementes em desenvolvimento, embora também pode ser produzida auxina em baixa quantidade em folhas maduras e ápices radiculares (DE MELO, 2002). O transporte é realizado de célula à célula, e em seções de coleóptilos isolados, a auxina move-se do ápice para a base sendo chamado de transporte polar basípeto, que é uma translocação especifica da auxina e tendo em vista que o ápice da parte aérea é a principal fonte de auxina para toda a planta essa via de transporte polar gera um gradiente de concentração da parte aérea em relação ao sistema radicular, que controla processos importantes para a plantas como a dominância apical, alongamento do caule, cicatrização de ferimentos e senescência de folhas (TAIZ e ZEIGER, 2004).

São várias as funções das auxinas uma das principais é o alongamento celular uma vez que o suprimento de auxina na região subapical do caule do coleóptilo é necessário para que ocorra o alongamento das células; As auxinas atuam também na divisão celular; diferenciação de tecidos vasculares através do estímulo a diferenciação do xilema e floema; formação de raízes laterais, e raízes adventícias em estacas, segmentos nodais e etc, que é estimulada por altos níveis de auxina; abscisão de flores, folhas e frutos de plantas vivas pode ser inibida pela auxina nas fases iniciais de desenvolvimento ou promovida e acelerada quando a mesma é aplicada nos estágios finais da cultura; a auxina também é produzida no pólen endosperma, e embrião de sementes e frutos em desenvolvimento, sendo possível em algumas espécies produzir frutos sem sementes através do tratamento de flores não polinizadas com auxina esse tipo de produção é denominada de Paternocarpia (RAVEN et al., 2007; VIEIRA e MONTEIRO, 2002; TAIZ e ZEIGER, 2004).

LANA et al. (2009) avaliando o efeito da aplicação de dois biorreguladores o primeiro à base de *Ecklonia máxima* (matéria fresca) 342,6 g/L, e Ácido 4-indol-3 ilbutírico 0,0107 g/L, o segundo á base de 0,009% de cinetina, 0,005% de ácido giberélico 50 $mg.^{L-1}$ 0,005%, ácido indolbultírico e 99,981% ingrediente inerte, em diferentes doses e vias de aplicação (semente e foliar) verificaram que a aplicação elevou a produção de grãos de feijão em relação à testemunha, mas não influenciou o peso de mil grãos e os teores foliares de macro e micronutrientes. A combinação via semente mais via foliar resultou em maior produtividade do feijoeiro em relação à aplicação isolada, ou seja, apenas via semente ou via foliar.

Por todas essas funções citadas a auxina é amplamente empregada nos sistemas de propagação de plantas, e como hormônio regulador de crescimento nas culturas sendo o AlB por décadas uma das fontes de auxina comercialmente mais utilizada devido a sua eficácia em estimular a formação de raízes adventícias.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Local

Os ensaios foram conduzidos na cidade de Rondonópolis, Mato Grosso (MT) que possui classificação climática do tipo Aw de acordo com Köppen, no laboratório de sementes (LAS) da Universidade Federal de Rondonópolis (UFR), latitude 16° 27' 51" S e longitude 54° 34' 47" w, e na casa de vegetação da empresa Fast Agro –Fisiologia e Nutrição, latitude 16° 24' 53" e longitude. 54° 37' 26".

Em casa de vegetação utilizou-se o substrato de areia avaliado aos sete dias onde foram obtidos os parâmetros de porcentagem de germinação, índice de velocidade de emergência (IVE) e matéria seca da parte aérea. Em laboratório utilizando como substrato papel toalha com avaliação aos três dias, obteve-se as seguintes variáveis: comprimento da parte aérea, de raiz e total (raiz + parte aérea), matéria seca da parte aérea, de raiz e total, e germinação em porcentagem.

3.2 Material genético

Para o desenvolvimento do trabalho foi utilizado um lote de sementes de soja cultivar TMG-2185 IPRO, ciclo médio e de hábito de crescimento determinado, produzida na safra agrícola 2019/2020 em Rondonópolis, Mato Grosso.

3.3 Análises de caracterização do lote de sementes

O lote de sementes foi homogeneizado para se obter a amostra de trabalho, utilizando a metodologia de homogeneização padrão (BRASIL, 2009). Para fins de caracterização do lote as sementes em laboratório foram submetidas aos testes de: Peso de mil sementes (PMS), teor de água das sementes (TA), tetrazólio, germinação em substrato de papel e em substrato de areia.

3.3.1 Peso de Mil Sementes (PMS)

Foi determinado pela contagem ao acaso de oito sub amostras de 100 sementes cada, as quais foram pesadas sendo os valores do resultado expresso em gramas, conforme estabelecido por Brasil (2009).

3.3.2 Teor de água das sementes (TA)

O teor de água foi conduzido em base úmida, avaliado pelo método da estufa à temperatura de 105 ± 3 °C, durante 24 horas, com quatro repetições de 5 gramas cada uma, e os resultados expressos em porcentagem de umidade de acordo com Brasil (2009).

3.3.3 Tetrazólio (TZ)

Empregou-se quatro subamostras de 50 sementes, as sementes de cada subamostra foram inseridas em substrato de papel toalha umedecido com água destilada, permanecendo por 16 horas sob a temperatura de 25 °C. Após esse período, as sementes foram colocadas em copos plásticos, submersas em solução de sal 2, 3, 5 cloreto de trifenil tetrazólio, sob a concentração de 0,075% e acondicionadas em estufa regulada com temperatura de 37°C, no escuro, por três horas. Após o período de coloração a solução foi drenada e as sementes foram lavadas em água corrente.

As sementes foram seccionadas longitudinalmente obtendo-se a divisão do eixo embrionário ao meio. A avaliação de viabilidade e vigor, assim como os principais danos fisiológicos nas sementes, foi realizado de acordo com os critérios de classificação de França Neto et al. (1998).

3.3.4 Germinação em substrato de papel e areia

Para a semeadura em substrato de papel foram utilizadas quatro subamostras de 50 sementes por repetição. A semeadura foi realizada em rolo de papel-toalha, marca Germitest umedecido com a quantidade de água equivalente a 2,5 vezes o peso do substrato seco. Os rolos foram inseridos em vasilhas plásticas e acondicionados em germinador do tipo WG e permaneceram em sala com temperatura de 25°C ± 1^0C. As avaliações foram efetuadas no sétimo dia após a instalação do teste, seguindo critérios de Brasil (2009), e os resultados foram expresso em porcentagem de plântulas normais aos sete dias após a semeadura.

A metodologia de instalação de germinação em areia foi a mesma utilizada em casa de vegetação conforme descrito posteriormente, a única diferença é que as bandejas foram mantidas em laboratório com temperatura de 25°C ± 1^0C durante sete dias e iluminação artificial constante, quando foi determinada a porcentagem de germinação e expresso o porcentual de plântulas normais (BRASIL, 2009).

Antes da instalação dos testes de germinação e de tetrazólio foi realizado o pré-condicionamento ou pré-embebição das amostras visando uniformizar o grau de umidade das mesmas. As sementes foram colocadas em camada única sobre tela de aço inox, em caixa plásticas tipo Gerbox contendo 40 mL de água, por um período de 24 horas sob temperatura de 25 °C (BRASIL, 2009).

3.4 Tratamento de sementes

Em virtude do presente trabalho ter avaliado substâncias que estão em fase de análise e desenvolvimento, os nomes de duas moléculas constituintes das formulações estudadas não foram apresentados, sendo adotado um nome fictício de Substância S para o ingrediente que compõe as formulações, e substância C para a formulação do tratamento 26. O tratamento 27 corresponde a testemunha cuja as sementes foram tratadas apenas com água destilada na mesma concentração empregada para os demais tratamentos.

Para o tratamento de sementes em laboratório foram pesadas as quantidades de cada reagente de cinetina, ácido giberélico, ácido indol bultílico, substância S e substância C, em balança analítica de resolução 0,0001 g (210 g), e adicionados em pequenos frascos constituindo as formulações de cada tratamento que estão dispostos na Tabela 1.

Empregou-se a dose de 4 mL da solução por kg de sementes, por essa dose ser para considerada de boa capacidade operacional tanto para o produtor quanto para a indústria de formulação. Após a pesagem cada frasco contendo as combinações de reagentes recebeu 20 mL de solvente e foram agitados manualmente por 2 minutos para a completa diluição do produto formando uma solução homogênea.

Tabela 1- Massa em g por reagente que constituíram as formulações dos tratamentos.

TRAT	CINETINA	ÁCIDO GIBERÉLICO	ÁCIDO INDOL BULTÍLICO	SUBSTÂNCIA "S"
1	0,001	0,001	0,001	0,1
2	0,003	0,001	0,001	0,1
3	0,001	0,003	0,001	0,1
4	0,003	0,003	0,001	0,1
5	0,001	0,001	0,003	0,1
6	0,003	0,001	0,003	0,1
7	0,001	0,003	0,003	0,1
8	0,003	0,003	0,003	0,1
9	0,001	0,001	0,001	0,3
10	0,003	0,001	0,001	0,3
11	0,001	0,003	0,001	0,3
12	0,003	0,003	0,001	0,3
13	0,001	0,001	0,003	0,3
14	0,003	0,001	0,003	0,3
15	0,001	0,003	0,003	0,3
16	0,003	0,003	0,003	0,3
17	0	0,002	0,002	0,2
18	0,004	0,002	0,002	0,2
19	0,002	0	0,002	0,2
20	0,002	0,004	0,002	0,2
21	0,002	0,002	0	0,2
22	0,002	0,002	0,004	0,2
23	0,002	0,002	0,002	0
24	0,002	0,002	0,002	0,4
25	0,002	0,002	0,002	0,2
26	Substância **"C"**	Substância **"C"**	Substância **"C"**	Substância **"C"**
27	Testemunha	Testemunha	Testemunha	Testemunha
	Dose : 4 mL /Kg de sementes			

Posteriormente pesou-se 40 gramas de sementes que foram inseridas em saco plástico de 2 Kg, e com uma micropipeta foi adicionado 0,16 mL da solução para cada tratamento correspondendo a dose estipulada de 4 mL da solução por Kg de sementes (Figura 1- A e B). O conjunto foi agitado vigorosamente durante dois minutos, visando uniformizar ao máximo os tratamentos sobre a massa de sementes, logo após os sacos plásticos com as sementes tratadas foram abertos e dispostos em bancadas para secagem durante 24 horas sob a temperatura de 25 ^{0}C.

Figura 1- A- Adição do tratamento na massa de sementes de soja, B- Agitação do tratamento em sacos plásticos. Fonte: Acervo próprio.

3.5 Delineamento experimental

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado com 27 tratamentos e quatro repetições, totalizando 108 unidades experimentais, para casa de vegetação e laboratório.

3.6 Instalação do experimento em casa de vegetação

Foram utilizadas quatro repetições de 25 sementes, semeadas em bandejas de plástico (32 cm x 28 cm x 10 cm) contendo três litros de areia umedecida à 60% da capacidade de saturação de água. Nas bandejas contendo dois litros de areia úmida foram depositadas as sementes, com a finalidade de padronizar e facilitar a semeadura utilizou-se uma tábua com pregos fixados para a marcação do local onde as sementes foram inseridas, e logo após uma nova camada de um litro de areia foi adicionada a cada bandeja como cobertura (Figura 2- A, B, C e D). As bandejas foram mantidas em casa de vegetação sob iluminação natural de dia e de noite.

Figura 2- A e B – Marcação dos pontos de semeadura com madeira, C - processo de semeadura dos tratamentos, D- bandejas semeadas. Fonte: Acervo próprio.

A irrigação foi realizada diariamente de acordo com a necessidade de água, visando manter 60% da capacidade de campo, sendo estabelecida pelo cálculo de capacidade de retenção de água (BRASIL, 2009).

Aos sete dias após a semeadura foi determinada a porcentagem de germinação e expresso o porcentual de plântulas normais e anormais, de acordo com as Regras para Análises de Sementes – RAS (BRASIL, 2009)

3.6.1 Índice de velocidade de Emergência (IVE)

Foi observada a emergência da primeira plântula, sendo consideradas emergidas as plântulas que apresentavam os cotilédones acima da superfície do solo. Então foram realizadas contagens diárias do número de plântulas normais emergidas, mantendo-se a contagem até a estabilização da emergência (Figura 3). O índice foi calculado utilizando à fórmula proposta por Maguire (1962), a seguir: IVE = (G1/N1) +(G2/N2) +(G3/N3) +(G/N), onde IVE = índice de velocidade de emergência; G = número de plântulas normais computadas nas contagens; N = número de dias da semeadura à 1a 2a,...,n – éssima avaliação.

Figura 3- Plântulas de soja aos sete dias após a semeadura com emergência estabilizada.

3.6.2 Emergência de plântulas em porcentagem

Esse teste foi realizado em conjunto com a última contagem de emergência de plântulas normais e efetuado ao sétimo dia após a data de semeadura. Os resultados foram expressos em porcentagem (NAKAGAWA, 1994).

3.6.3 Matéria seca da parte aérea

No sétimo dia após a semeadura as plântulas normais emergidas removidas do substrato tiveram a parte aérea seccionada do sistema radicular. Com o auxílio de um bisturi o corte foi realizado no fim do hipocótilo e início do sistema radicular (primeiras raízes laterais) e os cotilédones também foram removidos e descartados. Em seguida as plântulas foram lavadas em água corrente para a remoção dos resíduos de areia e foram dispostas para secar sob papel filtro visando a redução do excesso de água. Após esse período, as plântulas de cada parcela foram inseridas em sacos de papel pardo devidamente identificado de acordo com o tratamento, e passaram pelo processo de secagem em estufa com circulação de ar constante na temperatura de 80ºC por 24 horas.

Ao fim do processo de secagem os sacos de papel pardo foram submetidos à resfriamento em dessecador contendo sílica em gel por 30 minutos. As repetições pós-resfriamento, foram pesadas em balança de precisão, com quatro casas decimais e determinada a massa seca, expresso em mg/plântula normal (NAKAGAWA, 1999).

3.7 Instalação do experimento em laboratório

3.7.1 Comprimento de plântulas em substrato de papel

A metodologia utilizada para o teste de crescimento de plântulas foi a descrita por Marcos Filho et al. (1987), adaptado de AOSA (1983). O teste foi determinado com quatro subamostras de 20 sementes em cada tratamento, por repetição. As sementes foram distribuídas em duas fileiras igualmente espaçadas no terço superior do papel toalha de germinação, com o hilo voltado para a parte inferior, para facilitar o desenvolvimento retilíneo da raíz e do hipocótilo. O substrato foi umedecido 2,5 vezes seu peso seco em água e e os rolos das quatro repetições de cada tratamento foram inseridos em sacos plásticos devidamente identificados e as extremidades amarradas com fitilho, visando manter a umidade dos mesmos. Os sacos plásticos contendo as amostras foram acondicionados inclinados (45^0) em sala de laboratório na presença de luz, a $25^0C \pm 1^0C$, onde permaneceram por três dias.

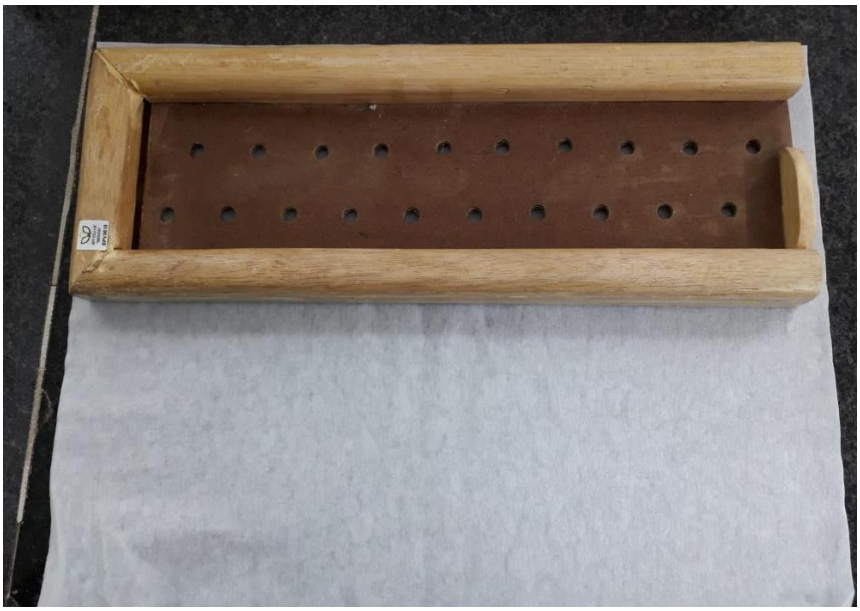

Figura 4- Técnica de semeadura no terço superior do papel para comprimento de plântulas. Fonte: Acervo próprio.

Para avaliação de comprimento foram realizadas medidas de comprimento de raiz primária, e de parte aérea das plântulas em centímetros, com o auxílio de uma régua. Considerou-se como parte aérea a medida do início da alça cotiledonar até o final do hipocótilo (Figura 5), o comprimento total de plântulas foi obtido através da somatória dos comprimentos de parte aérea e raiz primária. Somente as plântulas normais foram consideradas.

3.7.2 Matéria seca de plântulas

Após análise de comprimento foi realizado o seccionamento de raiz e parte aérea com o auxílio de um bisturi. O corte foi realizado no fim do hipocótilo e início do sistema radicular nas primeiras raízes laterais (Figura 5), e os cotilédones também foram removidos e descartados. Posteriormente todas as amostras contendo plântulas normais de cada parcela foram inseridas em sacos pardos, devidamente identificados e postos para secar em estufa termoelétrica regulada à 80^0C, onde permaneceram por 24 horas. Após o período, as amostras foram transferidas para resfriamento durante 30 minutos em dessecador. As repetições, pós-resfriamento, foram pesadas em balança de precisão com quatro casas decimais e determinada a massa seca, expresso em mg plântula^{-1} (NAKAGAWA, 1999).

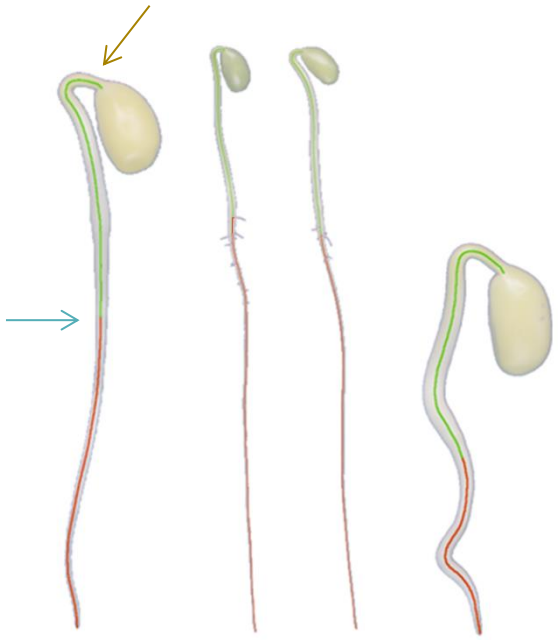

Figura 5- Plântulas de soja aos três dias após a semeadura em substrato de papel, marcação verde: Parte aérea considerada no comprimento de plântulas e seccionamento para matéria seca, marcação vermelha: Sistema radicular do comprimento da raiz principal e região de seccionamento da raiz para matéria seca, imagem obtida através do programa Groundeye S800D. Fonte: Acervo próprio.

3.7.3 Germinação em substrato de papel

Os dados de germinação em substrato de papel foi obtido indiretamente em conjunto com o teste de comprimento de plântulas, determinando-se a porcentagem de germinação e expresso o porcentual de plântulas normais e anormais de acordo com as Regras para Análises de Sementes – RAS (BRASIL, 2009).

3.8 Análises estatísticas

As análises estatísticas foram realizadas utilizando o software estatístico Sisvar (FERREIRA, 2000). Nas análises de variância, quando verificado efeito significativo dos tratamentos realizou-se o teste de agrupamento de médias de Scott-Knott, à 5% de probabilidade.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 2, encontra-se os resultados dos testes para caracterização do lote de sementes de soja da cultivar TMG-2185 IPRO. O lote de sementes utilizado no experimento possuía elevado vigor e viabilidade conforme verificado a partir do teste de tetrazólio, demonstrando que em condições de campo esse lote seria capaz de geminar, originando plântulas normais e vigorosas.

Tabela 2 – Valores médios dos testes para caracterização do lote de sementes TMG-2185 IPRO utilizado para a instalação do experimento.

PMS (g)	TA %	G% P	G% AR	TZ Vigor %	TZ viabilidade %
107,30	10,16	100	98	100	100

Peso de mil sementes em gramas (PMS), teor de água em porcentagem (TA%), germinação em porcentagem avaliada aos sete dias após a semeadura sob substrato de papel (G%P), germinação em porcentagem avaliada aos sete dias após a semeadura sob substrato de areia (G% AR), vigor em porcentagem determinado pelo teste de tetrazólio (TZ Vigor), e viabilidade em porcentagem determinado pelo teste de tetrazólio (TZ Viabilidade).

A germinação em porcentagem tanto em substrato de areia como em papel apresentaram valores a partir de 98%, sendo estes superiores ao recomendado pela RAS que estipula como valor mínimo para sementes de 80% de germinação (BRASIL, 2009). Em avaliação visual não foram encontrados patógenos nas sementes tanto em germinação utilizando substrato de papel como em substrato de areia. Portanto as condições fitossanitárias do lote de sementes no momento da instalação dos testes foi considerado ideal, uma vez que as sementes não necessitavam de tratamento químico viabilizando o uso somente dos tratamentos com biorreguladores.

Na Tabela 3, estão expressos o quadrado médio e coeficientes de variação em substrato de areia avaliados aos sete dias após a semeadura, para as variáveis porcentagem de germinação e de plântulas normais de sementes de soja cultivar TMG-2185 IPRO, tratadas com diferentes formulações de biorreguladores.

Tabela 3- Quadrados médios e coeficientes de variação para as variáveis porcentagem de germinação (G%) e de plântulas normais (% PLN) de sementes de soja cultivar TMG-2185 IPRO tratadas com diferentes formulações de biorreguladores.

		QUADRADOS MÉDIOS	
Fv	**Gl**	**G%**	**%PLN**
Tratamentos	26	0.831909^{NS}	2.103276^{NS}
Resíduo	81	0.49	1.25
CV %		0,70	4,64

*Teste F significativo ao nível de 5% de probabilidade, ns não significativo.

Não houve diferença estatística significativa entre os tratamentos para as variáveis porcentagem de germinação e de plântulas normais em substrato de areia avaliados aos 7 dias (Tabela 3). Esses resultados diferem de Vieira e Castro (2001) que para a variável plântulas normais obtiveram com a dose de biorregulador de 3,5 mL por 0,5 kg de sementes de soja um incremento de 51,9% em relação ao controle, que foi de 32,4% de plântulas normais.

Todos os tratamentos tanto em substrato de papel quanto em areia apresentaram valores de germinação considerados ótimos, superiores à 90%, e maior que o estabelecido (80%) pela RAS (BRASIL, 2009). Esse aspecto caracteriza que os tratamentos não interferiram com efeitos danosos na germinação de sementes de soja cultivar TMG-2185 IPRO.

Esses resultados corroboram com os estudos de Castro et al. (2008), que testaram o tratamento de sementes de soja com inseticidas e um bioestimulante e não verificaram aumentos na porcentagem de germinação, mas todos os tratamentos apresentaram valores superiores à 80%. Concordando com Weber (2010), que não verificou diferença na germinação de sementes de soja tratadas com biorregulador, independente do tratamento ser realizado no dia da semeadura ou 15 dias antes, e todos os tratamentos apresentaram valores de porcentagem de germinação superiores à 90%. Barbosa et al. (2010) também não verificaram diferenças significativas para as variáveis germinação e porcentagem de emergência de sementes de soja tratadas com biorregulador, concordando com esse trabalho.

Vários são os estudos que demonstram o efeito positivo sobre a germinação e porcentagem de emergência das plântulas ao aplicarem biorregulador em sementes de feijoeiro, soja, e algodão (ALLEONI, 2009; VIEIRA, 2001; VIEIRA e CASTRO, 2002;).

Em casa de vegetação sob substrato de areia avaliados aos sete dias após a semeadura (DAS) houve diferença estatística entre os tratamentos para as variáveis emergência em porcentagem aos dois DAS, e índice de velocidade de emergência aos sete DAS conforme os valores de quadrado médio e coeficientes de variação, demonstrados na Tabela 4.

Tabela 4- Quadrados médios e coeficientes de variação do teste realizado em substrato de areia para as variáveis emergência em porcentagem aos dois DAS (% E/2), três (% E/3), quatro (% E/4), cinco (% E/5), e aos seis DAS (% E/6), Índice de Velocidade de Emergência aos sete DAS (IVE/7 D), e matéria seca da parte aérea (MSPA) por plântula normal, de sementes de soja cultivar TMG-2185 IPRO tratadas com diferentes formulações de biorreguladores.

		QUADRADOS MÉDIOS						
Fv	**Gl**	**% E/2**	**% E/3**	**% E/4**	**% E/5**	**% E/6**	**IVE/ 7 D**	**MSPA**
Tratamentos	26	636.10*	26.56 NS	13,93 NS	9,72 NS	6,27 NS	5.88 *	0.00008 NS
Resíduo	81	77.68	15,75	13,28	10,03	6,12	1.09	0.00005
CV %		**10,16**	**4,10**	**3,73**	**3,22**	**2,51**	**4,43**	**11,13**

*Teste F significativo ao nível de 5% de probabilidade, ns não significativo

Os resultados obtidos para matéria seca da parte aérea corroboram com o estudo de Klahold et al. (2005). Os autores verificaram que aplicações das doses de 3 e 5 mL de biorregulador adicionado a 0,5 kg de sementes de soja com posterior aplicação foliar, não promoveram alterações na matéria seca das plantas quando comparada a testemunha.

Moterle (2011) também não identificou alterações na biomassa da matéria seca avaliando o tratamento de sementes de soja de nove cultivares e três concentrações (400; 500 e 600 mL 100 kg de sementes) de biorregulador constituído de cinetina (0,009%), ácido giberélico (0,005%) e ácido indol-butírico (0,005%).

Os valores médios e coeficientes de variação dos testes realizados em substrato de areia para a porcentagem de emergência aos dois DAS, e índice de velocidade de emergência aos sete DAS, assim como as formulações de cada tratamento estão expressos na Tabela 5.

Tabela 5- Dados médios das variáveis emergência em porcentagem aos dois dias após a semeadura (% E/2), e índice de velocidade de emergência aos sete dias após a semeadura (IVE/7 D) de plântulas de soja cultivar TMG-2185 IPRO com sementes tratadas sob diferentes formulações de biorreguladores em teste realizado em substrato de areia.

	Formulações dos Tratamentos					
Tratamentos	**Cinetina**	**GA_3**	**AIB**	**Subst. "S"**	**% E/ 2**	**IVE/ 7 D**
	----------g----------					
T 1	0,001	0,001	0,001	0,1	82 b	22,83 a
T 2	0,003	0,001	0,001	0,1	90 a	22,60 a
T 3	0,001	0,003	0,001	0,1	92 a	23,97 a
T 4	0,003	0,003	0,001	0,1	91 a	23,75 a
T 5	0,001	0,001	0,003	0,1	80 b	23,18 a
T 6	0,003	0,001	0,003	0,1	93 a	23,95 a
T 7	0,001	0,003	0,003	0,1	96 a	24,50 a
T 8	0,003	0,003	0,003	0,1	95 a	24,38 a
T 9	0,001	0,001	0,001	0,3	85 b	23,58 a
T 10	0,003	0,001	0,001	0,3	86 b	23,50 a
T 11	0,001	0,003	0,001	0,3	92 a	23,73 a
T 12	0,003	0,003	0,001	0,3	96 a	24,23 a
T 13	0,001	0,001	0,003	0,3	87 b	23,92 a
T 14	0,003	0,001	0,003	0,3	83 b	23,38 a
T 15	0,001	0,003	0,003	0,3	90 a	24,17 a
T 16	0,003	0,003	0,003	0,3	95 a	24,58 a
T 17	0	0,002	0,002	0,2	85 b	23,58 a
T 18	0,004	0,002	0,002	0,2	96 a	24,60 a
T 19	0,002	0	0,002	0,2	30 c	18,39 b
T 20	0,002	0,004	0,002	0,2	76 b	22,08 a
T 21	0,002	0,002	0	0,2	95 a	24,54 a
T 22	0,002	0,002	0,004	0,2	87 b	23,25 a
T 23	0,002	0,002	0,002	0	89 a	23,58 a
T 24	0,002	0,002	0,002	0,4	96 a	24,60 a
T 25	0,002	0,002	0,002	0,2	82 b	22,79 a
T 26	Testemunha com 20 mL de água				86 b	23,50 a
T 27	Substância "C"				88 b	23,67 a
CV %					**10,16**	**4,43**

Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de agrupamento de médias Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade.

Todos os tratamentos obtiveram médias de porcentagem de emergência aos dois DAS superiores à 80% inclusive a testemunha que apresentou 88 % de plântulas emergidas. O tratamento 19 composto de 0,002 g cinetina; 0 g de ácido giberélico; 0,002 g ácido indol

bultílico, e 0,2 g de substância S, obteve valores inferiores em relação aos demais tratamentos quanto as médias de plântulas emergidas aos dois DAS com apenas 30%, e a menor média de índice de velocidade de emergência de 18,39 diferindo-se estatisticamente dos demais tratamentos para essas variáveis.

A ausência de ácido giberélico no tratamento 19 pode ser a explicação para os resultados referentes a menor porcentagem de emergência das sementes, uma vez que as giberelinas têm papel primordial na germinação, estando envolvidas tanto na superação da dormência como no controle de hidrólise das reservas, pela indução da *a*-amilase, enzima responsável pela hidrólise do amido. Levitt (1974) ressalta que o ácido giberélico considerado ativador enzimático endógeno é o promotor da germinação. Segundo Filner e Varner (1967) a *a*-amilase é sintetizada em resposta ao ácido giberélico produzido pelo embrião e transferido para a camada de aleurona da célula, onde essa enzima é produzida via síntese de novo, promovendo a conversão do amido para açúcar, que é usado no crescimento da plântula.

A testemunha (T27) apresentou bons valores de porcentagem de emergência (88%) e IVE (23,67), o que demonstra a qualidade fisiológica do lote de sementes. No entanto a porcentagem de plântulas emergidas aos dois DAS (88%) é 9% inferior as maiores médias obtidas (96%), para os tratamentos 7, 12, 18, e 24, conforme demonstrado na Tabela 5.

Esses resultados corroboram com os encontrados por Bertolin (2008) que observou para emergência de plântulas de soja cuja as sementes foram tratadas com biorreguladores incrementos de 17% em relação à testemunha. Entretanto, outros trabalhos obtiveram resultados diferentes, onde o uso de biorregulador em aplicação via sementes e interações hormonais não interferiram na germinação e porcentagem de emergência (BELMONT et al. 2003; WEBER, 2010; LEITE et al. 2003; BARBOSA et al. 2010).

Exceto para o tratamento 19, que diferiu-se estatisticamente dos demais tratamentos quanto ao índice de velocidade de emergência aos sete DAS não houve diferença estatística significativa. Esse resultado pode ser atribuído ao elevado vigor e viabilidade das sementes de soja, uma vez que as sementes já apresentavam excelentes índices não sendo possível que as formulações utilizadas elevassem o mesmo.

Os quadrados médios e coeficientes de variação dos testes realizados em substrato de papel avaliados aos três dias após a semeadura para as variáveis comprimento de hipocótilo em centímetros, comprimento de raiz, comprimento de raiz + hipocótilo por plântula normal, matéria seca da parte aérea, matéria seca de raiz, matéria seca total (parte aérea + matéria seca de raiz) de sementes de soja cultivar TMG-2185 IPRO tratadas com diferentes formulações de biorreguladores estão demonstrados na Tabela 6.

Tabela 6- Quadrados médios e coeficientes de variação para as variáveis comprimento de hipocótilo em centímetros (CHIPO), comprimento de raiz (CR), comprimento de raiz + hipocótilo (CRH), matéria seca da parte aérea (MSPA), matéria seca de raiz (MSR), matéria seca da parte aérea + matéria seca de raiz (MSPAR) de sementes de soja cultivar TMG-2185 IPRO tratadas com diferentes formulações de biorreguladores em teste realizado sob substrato de papel aos três dias após a semeadura.

		QUADRADOS MÉDIOS					
Fv	**Gl**	**CHIPO**	**CR**	**CRH**	**MSPA**	**MSR**	**MSPAR**
		----------cm ----------			----------g----------		
Tratamentos	26	1.13*	21.84*	24.78*	0.000015*	0.000010*	0.013*
Resíduo	81	0.53	0.93	2.04	0.000006	4.93	0.0034
CV %		**9,10**	**7,43**	**6,78**	**15,31**	**11,61**	**13,71**

*Teste F significativo ao nível de 5% de probabilidade, ns não significativo.

Foram observadas diferenças significativas entre os tratamentos para as variáveis comprimento de hipocótilo, de raiz e total (raiz + hipocótilo) por plântula normal de soja cultivar TMG-2185 IPRO com sementes tratadas sob diferentes formulações de biorreguladores. As médias do teste realizado em substrato de papel dessas variáveis, assim como os as formulações de cada tratamento estão dispostos na Tabela 7.

Para a variável comprimento de hipocótilo os tratamentos que apresentaram as maiores médias foram: T2, T4, T6, T8, T10, T11, T14, T18, T20, T21, T22, T23, e T26. Exceto o tratamento 26, todos os demais contém em sua formulação cinetina (citocinina), ácido giberélico (giberelina), AIB (auxina) e substância S (Tabela 7).

Leite et al, (2003) testando sementes de soja com giberelina e citocinina não observaram diferenças entre os tratamentos para o comprimento das plantas e as mesmas ficaram menores. Porém Morterle et al. (2011) verificaram aumento no comprimento da parte aérea das plântulas de soja do cultivar CD 216, em resposta à aplicação de doses crescentes de biorregulador via sementes, corroborando com os resultados desse trabalho. Bensen et al. (1990) demonstraram que a taxa de crescimento do hipocótilo está diretamente associada à quantidade de giberelina.

Tabela 7- Médias do comprimento em centímetros de hipocótilo (CHIPO/PN), comprimento de raiz (CR/PN), e comprimento de raiz + hipocótilo (CRH/PN) por plântula normal de soja cultivar TMG-2185 IPRO, com sementes tratadas sobdiferentes formulações de biorreguladores em teste realizado sob substrato de papel.

	Formulações dos Tratamentos						
Tratamentos	**Cinetina**	**GA_3**	**AIB**	**Subst. "S"**	**CHIPO/ PN**	**CR/ PN**	**CRH/ PN**
	----------g----------				----------cm----------		
T 1	0,001	0,001	0,001	0,1	7,80 b	8,87 d	16,67 d
T 2	0,003	0,001	0,001	0,1	8,31 a	11,24 c	19,55 c
T 3	0,001	0,003	0,001	0,1	7,51 b	12,70 b	20,21 b
T 4	0,003	0,003	0,001	0,1	8,21 a	8,23 d	16,44 d
T 5	0,001	0,001	0,003	0,1	8,04 b	13,88 b	21,91 b
T 6	0,003	0,001	0,003	0,1	8,29 a	12,51 b	20,80 b
T 7	0,001	0,003	0,003	0,1	7,60 b	11,68 c	19,28 c
T 8	0,003	0,003	0,003	0,1	8,44 a	10,60 c	19,04 c
T 9	0,001	0,001	0,001	0,3	7,93 b	15,70 c	23,63 a
T 10	0,003	0,001	0,001	0,3	8,94 a	13,88 a	19,70 c
T 11	0,001	0,003	0,001	0,3	9,12 a	15,20 a	24,33 a
T 12	0,003	0,003	0,001	0,3	7,29 b	6,14 e	13,43 e
T 13	0,001	0,001	0,003	0,3	7,97 b	14,90 a	22,87 a
T 14	0,003	0,001	0,003	0,3	8,48 a	13,97 b	22,45 a
T 15	0,001	0,003	0,003	0,3	7,65 b	13,91 b	21,55 b
T 16	0,003	0,003	0,003	0,3	8,01 b	15,16 a	23,17 a
T 17	0	0,002	0,002	0,2	7,49 b	13,40 b	20,88 b
T 18	0,004	0,002	0,002	0,2	8,18 a	14,28 a	22,47 a
T 19	0,002	0	0,002	0,2	7,45 b	14,68 a	22,13 b
T 20	0,002	0,004	0,002	0,2	8,62 a	14,48 a	23,10 a
T 21	0,002	0,002	0	0,2	8,40 a	14,58 a	22,98 a
T 22	0,002	0,002	0,004	0,2	8,17 a	14,48 a	22,65 a
T 23	0,002	0,002	0,002	0	7,63 b	11,60 c	19,22 c
T 24	0,002	0,002	0,002	0,4	7,65 b	13,83 b	21,48 b
T 25	0,002	0,002	0,002	0,2	7,32 b	13,75 b	21,07 b
T 26	Testemunha com 20 mL de água				9,30 a	14,64 a	23,94 a
T 27	Substância "C"				7,91 b	13,14 b	21,00 b
CV %					**9,10**	**7,43**	**6,78**

Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de agrupamento de médias Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade.

Segundo Taiz e Zeiger (2004), as giberelinas proporcionam aumento no alongamento e divisão celular, o que pode ser verificado pelo aumento do comprimento da célula e do número de células. Tanto Leite et al. (2003), quanto Taiz e Zeiger (2004) consideram que quando a giberelina é aplicada via tratamento de sementes, a taxa de translocação para a parte aérea das plantas é baixa, sendo essa translocação capaz de elevar o hipocótilo até determinado tamanho, mas não é suficiente para afetar a altura da planta.

A presença da auxina (AIB) em todos os tratamentos favorece o alongamento celular pois são consideradas como o hormônio do crescimento atuando diretamente em processos importantes que proporcionam o crescimento das células. São vários esses processos como acidificação da parede celular onde a auxina causa um aumento no fluxo de H+, levando a queda no pH do apoplasto ativando enzimas (hidrolases, pectinases, celululose, hemiceluloses) que degradam os componentes da parede celular alterando a extensibilidade da parede causando um afrouxamento da célula, por sua vez células mais expansivas crescem mais facilmente, a auxina também promove o crescimento celular através da absorção e produção de solutos osmóticos, além de controlar o crescimento e a manutenção da estrutura da parede celular (TAIZ e ZEIGER, 2004).

Auxinas e citocininas são hormônios essências às plantas desde a fase inicial de seu desenvolvimento pois interferem em processos celulares do desenvolvimento vegetativo como divisão celular, expansão e diferenciação (PINO-NUNES, 2009). De acordo com Mok (1994), desde a descoberta das citocininas existe relação entre esse hormônio e quase todos os aspectos do desenvolvimento das plantas incluindo divisão celular, portanto na ausência de citocinina a divisão celular é comprometida uma vez que assa regula o estímulo a divisão celular, sendo primordial ao desenvolvimento vegetativo.

Para a variável comprimento de raiz os tratamentos T10, T11, T13, T16, T18, T19, T20, T21, T22 e T26 foram superiores e diferiram-se estatisticamente (Tabela 7). Nos resultados para essa variável exceto para o tratamento 26 composto de formulação C a concentração de substância S influenciou já que as maiores médias de comprimento de raiz ocorreram nas formulações que continham a concentração de substância S de 0,3 g (T10, T11, T13, T16) e 0,2 g (T18, T19, T20, T21, e T22).

As menores médias em relação ao comprimento de raiz e total (hipocótilo + Raiz) foram encontradas no tratamento 12 com valores de 6,14 e de 13,43 cm respectivamente, tratamento 4 que apresentou comprimento de raiz de 8,23 cm e comprimento total de 16,24 e tratamento 1 que obteve comprimento de raiz de 8,87 e total de 16,67. As maiores médias foram obtidas no tratamento 11, para comprimento de raiz 15,20 cm e 24,33 cm para

comprimento total. A diferença entre as médias do comprimento de raiz e comprimento total obtidas nos tratamentos 12 e tratamento 11 pode ser explicada pelo balanço hormonal entre auxina/citocinina, uma vez que ambos possuem em sua formulação 0,003 g de ácido giberélico; 0,001 g de AIB e 0,3 g de substância S, diferindo apenas na concentração de cinetina que no tratamento 11 é de 0,001 g e no tratamento 12 de 0,003 g. Segundo Takahashi (2002) balanços entre auxina/citocinina voltados para citocinina promovem maior desenvolvimento da parte aérea em detrimento ao desenvolvimento de raízes, já balanços entre auxina/citocininas voltados para auxina promovem maior desenvolvimento de raízes e parte aérea menos desenvolvida.

De acordo com Vieira (2005) poucas são as evidências de que reguladores do crescimento atuam como uma chave regulatória na emergência da raiz primária. O autor também considera que o desenvolvimento mais rápido e pronunciado da radícula em relação ao hipocótilo é o que lhe confere a facilidade de interagir com o produto, aumentando a absorção do mesmo pelas plântulas.

As formulações testadas podem ter desencadeado uma sequência de reações metabólica que favoreceram o desenvolvimento da radícula. Esses resultados corroboram com os estudos de Mortele et al. (2011), que observaram incrementos quanto ao comprimento da raiz primária, demonstrando que a medida que aumentou a dose do biorregulador via sementes, houve incremento linear no comprimento da raiz primária das plântulas dos cultivares CD 214RR e BRS 245RR.

De acordo com Hartmann et al. (1975) os reguladores apresentam resultados distintos quanto ao enraizamento variando de acordo com a espécie e cultivar, algumas são mais ou menos responsivas ao tratamento com biorreguladores em relação ao crescimento radicular.

Os tratamentos que proporcionaram maiores incrementos de crescimento de hipocótilo, raiz e total foram os tratamentos T11 (0,001 g cinetina; 0,003 g de ácido giberélico; 0,001 g de AIB e 0,3 g de substância S) T18 (0,004 g cinetina; 0,002 g de ácido giberélico; 0,002 g de AIB; e 0,2 de substância S), T20 (0,002 g cinetina; 0,004 g de ácido giberélico; 0,002 g de AIB; e 0,2 g de substância S), T 21 (0,002 g cinetina; 0,002 g de ácido giberélico; 0,0 g de AIB; e 0,2 g de substância S), T22 (0,002 g cinetina 0,002 g de ácido giberélico; 0,004 g de AIB; e 0,2 g de substância S) e T26 (Substância C) (Tabela 7).

Exceto para o tratamento 26, as combinações entre citocinina (cinetina), ácido giberélico, auxina (AIB) e substância S, podem ter favorecido os resultados encontrados quanto ao crescimento das plântulas, demonstrando que a ação conjunta dessas substâncias é

capaz de promover um efeito de estímulo ao alongamento, divisão e diferenciação celular, consequentemente promovendo maior absorção de água e nutrientes pelas plantas.

Nascimento et al. (2004) ressaltam que o mecanismo de ação dos hormônios vegetais, em nível de alteração na síntese proteica via expressão genética, depende da interação entre estes e de suas concentrações no tecido, o que é influenciado pelos níveis de hormônios endógenos e exógenos.

Os valores das médias para as variáveis matéria seca da parte aérea, matéria seca de raiz, e matéria seca total por plântula normal de soja cultivar TMG-2185 IPRO com sementes tratadas sob diferentes formulações de biorreguladores em teste realizado sob substrato de papel avaliado aos três DAS, assim como as formulações de cada tratamento são encontrados na Tabela 8.

Os tratamentos que apresentaram diferença estatística significativa para matéria seca da parte aérea por plântula normal foram T5 composto de 0,001 g cinetina; 0,001 g de ácido giberélico; 0,003 g de AIB e 0,1 g de substância S, T9 composto de 0,001 g cinetina; 0,001 g de ácido giberélico; 0,001 g de AIB e 0,3 g de substância S, e T26 composto de formulação C. Para matéria seca de raiz somente o tratamento 26 (Formulação C) diferiu-se estatisticamente, e para matéria seca total (Parte aérea + Raiz) diferiu-se estatisticamente os tratamentos 9 (0,001 g cinetina; 0,001 g de ácido giberélico; 0,001 g de AIB e 0,3 g de substância S) e 26 (Formulação C) .

O tratamento 26 que corresponde à sementes tratadas com a formulação C diferiu-se estatisticamente de todos os tratamentos apresentando os maiores valores de matéria seca da parte aérea de 0,020 (g), 0,558 (g) de matéria seca total, e 0,009 (g) de matéria seca de raiz, sendo o incremento da matéria seca de raiz de 50% em relação à testemunha que apresentou o valor de 0,006 (g). Os valores de matéria seca total obtidos são superiores aos encontrados por Vieira e Castro (2001) que obteve um incremento de 55,3% na massa seca de plântulas de soja com sementes tratadas com biorregulador sob a concentração de 4,1 mL do produto sendo o valor máximo obtido de 0,034 g/plântula.

Tabela 8- Médias das variáveis matéria seca da parte aérea (MSPA/PN), matéria seca de raiz (MSR/PN), e matéria seca da parte aérea + matéria seca de raiz (MSPAR/PN) em gramas por plântula normal (g/plân N) de plântulas de soja cultivar TMG-2185 IPRO com sementes tratadas sob diferentes formulações de biorreguladores em teste realizado sob substrato de papel.

Tratamentos	Formulações dos Tratamentos				MSPA/ PN	MSR/ PN	MSPAR/ PN
	Cinetina	GA_3	AIB	Subst. "S"			
	----------g----------				----------g----------		
T 1	0,001	0,001	0,001	0,1	0,016 c	0,004 e	0,374 c
T 2	0,003	0,001	0,001	0,1	0,017 b	0,004 e	0,422 c
T 3	0,001	0,003	0,001	0,1	0,012 c	0,004 e	0,307 c
T 4	0,003	0,003	0,001	0,1	0,018 b	0,003 f	0,387 c
T 5	0,001	0,001	0,003	0,1	0,020 a	0,005 e	0,490 b
T 6	0,003	0,001	0,003	0,1	0,017 b	0,006 d	0,461 b
T 7	0,001	0,003	0,003	0,1	0,015 c	0,004 e	0,362 c
T 8	0,003	0,003	0,003	0,1	0,017 b	0,004 e	0,417 c
T 9	0,001	0,001	0,001	0,3	0,020 a	0,008 b	0,566 a
T 10	0,003	0,001	0,001	0,3	0,016 c	0,004 e	0,387 c
T 11	0,001	0,003	0,001	0,3	0,017 b	0,006 d	0,428 c
T 12	0,003	0,003	0,001	0,3	0,016 c	0,003 f	0,366 c
T 13	0,001	0,001	0,003	0,3	0,015 c	0,006 d	0,402 c
T 14	0,003	0,001	0,003	0,3	0,017 b	0,006 d	0,430 c
T 15	0,001	0,003	0,003	0,3	0,015 c	0,007 c	0,424 c
T 16	0,003	0,003	0,003	0,3	0,014 c	0,007 c	0,425 c
T 17	0	0,002	0,002	0,2	0,016 b	0,007 c	0,456 b
T 18	0,004	0,002	0,002	0,2	0,016 b	0,007 c	0,468 b
T 19	0,002	0	0,002	0,2	0,017 b	0,008 c	0,490 b
T 20	0,002	0,004	0,002	0,2	0,017 b	0,007 c	0,471 b
T 21	0,002	0,002	0	0,2	0,017 b	0,007 c	0,467 b
T 22	0,002	0,002	0,004	0,2	0,014 c	0,008 c	0,431 c
T 23	0,002	0,002	0,002	0	0,014 c	0,004 e	0,361 c
T 24	0,002	0,002	0,002	0,4	0,015 c	0,007 c	0,408 c
T 25	0,002	0,002	0,002	0,2	0,014 c	0,007 c	0,400 c
T 26	Testemunha com 20 mL de água				0,020 a	0,009 a	0,558 a
T 27	Substância "C"				0,015 c	0,006 d	0,426 c
CV %					**15,31**	**11,61**	**13,71**

Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de agrupamento de médias Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade.

Tatto et al. (2018) verificaram que o uso de biorregulador no tratamento de sementes de soja proporcionou diferença significativa para o acúmulo de matéria seca da parte aérea com incremento de 15% em relação ao tratamento controle e não foram encontradas diferenças estatística para matéria seca de raiz. Leite et al. (2003) observaram que a adição de giberelinas e citocininas exógenas não proporcionaram incrementos da matéria seca de raiz e que a associação de giberelina e citocinina tendeu a diminuir os efeitos da giberelina.

Para o teste conduzido em laboratório aos três dias após a semeadura em substrato de papel a porcentagem de germinação foi de 100% para todos os tratamentos, conforme demonstrado na Tabela 9.

Tabela 9- Resultados da análise estatística descritiva para os parâmetros de germinação em porcentagem (G%), plântulas normais (PLN), e plântulas anormais (PLA) de sementes de soja cultivar TMG-2185 tratadas com diferentes formulações de biorreguladores semeadas em substrato de papel.

Análises	**G %**	**PL N**	**PLA**
Média	100	24,13	0,62
Erro padrão	0	0,12	0,09
Mediana	100	25,00	0,00
Modo	100	25,00	0,00
Desvio padrão	0	1,21	0,91
Variância da amostra	0	1,46	0,84
Curtose	0	3,79	5,23
Assimetria	0	-1,84	1,95
Intervalo	0	6,00	5,00
Mínimo	100	19,00	0,00
Máximo	100	25,00	5,00
Soma	10800	2.606,00	67,00
Contagem	108	108,00	108,00
Nível de confiança (95,0%)	0	0,23	0,17

Entre os tratamentos avaliados os que mais se destacaram para o maior número de variáveis analisadas foram: Tratamento 9 formulado com 0,001 g de cinetina; 0,001 g de ácido giberélico; 0,001 g de AIB; e 0,3 g de substância S, T18 composto por 0,004 g de cinetina; 0,002 g de ácido giberélico; 0,002 g de AIB; e 0,2 g de substância S, tratamento 21 composto de 0,002 g de cinetina 0,002 g de ácido giberélico; 0,00 g de AIB; e 0,2 g de substância S e Tratamento 26 sementes tratadas com substância C.

As maiores médias em relação ao comprimento de parte aérea, sistema radicular e comprimento total, assim como matéria seca de raiz, parte aérea e total de plântulas foram obtidas com o tratamento 26 sementes tratadas com substância C, diferindo-se

estatisticamente dos demais tratamentos. Portanto essa formulação de biorregulador quando aplicada via tratamento de sementes foi a que proporcionou maiores benefícios quanto ao desenvolvimento inicial das plântulas de soja, demonstrando ser eficiente como biorreguldor vegetal.

As formulações de biorreguladores dos tratamentos 9, 18, 21 e 26 aplicados via tratamento de sementes de soja interferiram no metabolismo das plântulas, portanto demostrando-se viável por proporcionar incrementos importantes, resultando em plântulas mais vigorosas, com maior capacidade de absorção de água e nutrientes, e possivelmente com maior resistência á situações de estresse no campo e capacidade produtiva mais elevada.

5. CONCLUSÕES

- Os biorreguladores testados não interferiram na germinação das sementes de soja cultivar TMG-2185 IPRO.

- A formulação com 0,003 g de cinetina, 0,003 g de ácido giberélico, 0,001 g de AIB e 0,3 g de substância S apresentou efeito inibitório ao crescimento do sistema radicular das plântulas.

- As formulações de biorreguladores 11, 18, 20, 21, 22 e 26 promoveram incrementos expressivos no comprimento da parte aérea, de raiz e comprimento total das plântulas de soja.

- O produto 26 composto da formulação C foi o biorregulador que mais beneficiou o desenvolvimento das plântulas proporcionando incrementos em comprimento de parte aérea, raiz e total, assim como matéria seca de raiz, parte aérea e matéria seca total das plântulas de soja cultivar TMG-2185 IPRO.

- A formulação de 0,002 g de cinetina, 0 g de ácido giberélico, 0,002 g de AIB e 0,2 g de substância S reduziu a porcentagem de emergência aos 2 dias após a semeadura, e o índice de velocidade de emergência de plântulas de soja cultivar TMG-2185 IPRO.

- A concentração de substância S de 0,3 g na formulação dos produtos 10, 11, 13, 16 e de 0,2 g, nos produtos 18, 19, 20, 21, e 22, proporcionou maior comprimento de raiz das plântulas de soja cultivar TMG-2185 IPRO.

6. REFERÊNCIAS

ALBRECHT, L. P.; BRACCINI, A. D. L.; SCAPIM, C. A.; ÁVILA, M. R.; ALBRECHT, A. J. P.; BARBOSA, M. C. Qualidade das sementes de soja produzidas sob manejo com biorregulador. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 32, n. 4, p. 39-48, 2010.

ALLEONI, B.; BOSQUEIRO, M.; ROSSI, M. Efeito dos reguladores vegetais de Stimulate no desenvolvimento e produtividade do feijoeiro (Phaseolus vulgaris L.). **Publicatio Uepg**, v. 6, n. 1, p. 23-35, 2009.

AOSA. Association of Official Seed Analysts Contribution, **Seed vigor testing handbook**, v. 32, 1983.

ARAGÃO, C. A.; LIMA, M. W. D. P.; MORAIS, O. M.; ONO, E. O.; BOARO, C. S. F.; RODRIGUES, J. D.; NAKAGAWA, J.; CAVARIANI, C. Fitorreguladores na germinação de sementes e no vigor de plântulas de milho super doce. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 23, n. 1, p. 62-67, 2001.

AZEVEDO, M. R.; DE GOUVEIA, J. P.; TROVÃO, D. M. D. M.; QUEIROGA, V. D. P. Influence of packing and storage conditions on the vigor of sesame seeds. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 7, n. 3, p. 519-524, 2003.

BARBOSA, M.; DAN, L.; PICCININ, G.; BRACCINI, A.; RICCI, T.; ZABINI, A. Efeito do tratamento de sementes com Fertiactyl Leg nas características fisiológicas das sementes de soja (Glycine max L.). In: CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA E PÓS-GRADUAÇÃO, I., 2010, Florianópolis**. Anais**...Florianópolis: UDESC, p. 269-273, 2010.

BATISTA F. C. G.; DE MARCO, K.; DALLACORT, R.; SANTI, A.; INOUE, M. H.; DA SILVA, E. S. Efeito do Stimulate® nas características agronômicas da soja. **Acta Iguazu**, v. 2, n. 4, p. 76-86, 2013.

BENSEN, R. J.; BEALL, F. D.; MULLET, J. E.; MORGAN, P. W. (1990). Detection of endogenous gibberellins and their relationship to hypocotyl elongation in soybean seedlings. **Plant Physiology**, v. 94, n. 1, p. 77-84, 1990.

BERTOLIN, D. C. **Produção e qualidade de sementes de soja convencional e geneticamente modificada em relação à aplicação via sementes e foliar de produto bioestimulante.** 2008. 73 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia), Universidade Estadual Paulista. Ilha Solteira- SP.

BEWLEY, J. D.; BLACK, M. **Seeds: physiology of development and germination**. 4 ed. Guelph: Springer Science Business Media, 2013.

BOTELHO, F. J. E. **Qualidade de sementes de soja com diferentes teores de lignina obtidos de plantas submetidas à dessecação.** 2012. 90 f. Tese (Doutorado), Departamento de Fitotecnia, Universidade Federal de Lavras. Lavras-MG.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. **Regras para análise de sementes**. 1. ed. Brasília: Printed in Brasil, 2009.

CARVALHO, L. H.; CHIAVEGATO, E. J.; CIA, E.; KONDO, J. I.; SABINO, J. C.; PETINELLI, J. A.; SABINO, J. C.; PETTINELLI, A. J.; BORTOLETTO, N.; BOLLER, G. Fitorreguladores de crescimento e capação na cultura algodoeira. **Bragantia**, v. 53, n. 2, p. 247-254, 1994.

CASTRO, P. R.; CONFORTO, E.; NICOLINI, E. M.; GABRIEL, J. L.; ISMAEL, J. J. Efeitos de reguladores e estimulantes vegetais no desenvolvimento do milho (Zea mays L. cv. C-525). **Anais da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz**, Piracicaba, v. 44, n. 2, p. 1079-1105, 1987.

CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: Ciência, tecnologia e produção**. 2. ed. Campinas: Fundação Cargill, 1980, 429 p.

CASTRO, G. S. A.; BOGIANI, J. C.; SILVA, M. G. D.; GAZOLA, E.; ROSOLEM, C. A. Tratamento de sementes de soja com inseticidas e um bioestimulante. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 43, n. 10, p. 1311-1318, 2008.

CONAB, Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da safra brasileira: grãos,** v. 7, safra 2019/20, n. 11, Brasília, p. 1-31. 2020. Disponível em: file:///C:/Users/Windows/Downloads/GrosZagostoZresumo.pdf . Acesso em: 13 outubro. 2020.

COSTA, N. P.; FRANCA NETO, J. B.; HENNING, A. A.; KRZYZANOWSKI, F. C.; PEREIRA, L. A. G.; BARRETO, J. N. Efeito de retardamento de colheita de cultivares de soja sobre a qualidade da semente produzida. In: EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Soja. **Resultados de pesquisa de soja 198/83**. Londrina. p. 61-64, 1983.

CROZIER, A. **Kamiya, Y.; Bishop, G.; Yokota, T**. Biosynthesis of hormones and elicitor molecules. **Biochemistry and molecular biology of plants**, 2000.

CROZIER, A;. KAMYA, Y.; BISHOP, G.; YOKOTA, T. Biosynthesis of hormones and elicitor molecules. In: BUCHANAN, B.B; GRUISSEM, W.; JONES, R.L. **Biochemistry and Molecular Biology of Plants.** 1. Ed. Rockville: American Society of Plant Physiologists, 2000. V. 1, p. 850–929.

DE MELO, N. F. Introdução aos hormônios e reguladores de crescimento vegetal. In: Embrapa Semiárido-Artigo em anais de congresso (ALICE). In: SEMINÁRIO CODA DE NUTRIÇÃO VEGETAL, 1., 2002, Petrolina. **Anais**... Petrolina: CODA, 2002.

DE CAMPOS, M. F.; ONO, E. O.; BOARO, C. S. F.; RODRIGUES, J. D. Análise de crescimento em plantas de soja tratadas com substâncias reguladoras. **Biotemas**, v. 21, n. 3, p. 53-63, 2008.

ELLI, E. F.; MONTEIRO, G. C.; KULCZYNSKI, S. M.; CARON, B. O.; SOUZA, V. Q. D Potencial fisiológico de sementes de arroz tratadas com biorregulador vegetal. **Revista Ciência Agronômica**, v. 47, n. 2, p. 366-373, 2016.

EPSTEIN, E.; CHEN, K. H.; COHEN, J. D. Identification of indole-3-butyric acid as an endogenous constituent of maize kernels and leaves. **Plant Growth Regulation**, v. 8, n. 3, p. 215-223, 1989.

EPSTEIN, E.; LAVEE, S. Conversion of indole-3-butyric acid to indole-3-acetic acid by cuttings of grapevine (Vitis vinifera) and olive (Olea europea). **Plant and cell physiology**, v. 25, n. 5, p. 697-703, 1984.

FACHINELLO, J. C.; HOFFMANN, A.; NACHTIGAL, J. C.; KERSTEN, E.; FORTES, G. D. L. **Propagação de plantas frutíferas de clima temperado.** 1. ed. Pelotas: UFPEL, 1994.

FERRARI, T. B. **Metabolismo germinativo de sementes de *Passiflora Alata Curtis* tratadas com giberelinas e citocinina.** 2009. 103 f. Tese de Doutorado, Universidade Estadual Paulista. Botucatu-SP.

FERREIRA, D. F. Análises estatísticas por meio do Sisvar para Windows versão 4.0. In:. REUNIÃO ANUAL DA REGIÃO BRASILEIRA DA SOCIEDADE INTERNACIONAL DE BIOMETRIA, 45, 2000, São Carlos. **Anais**...São Carlos: UFSCar, p. 255-258, 2000.

FILNER, P.; VARNER, J. A. Test for de novo synthesis of enzymes: density labeling with H2O18 of barley alpha-amylase induced by gibberellic acid. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America**, v. 58, n. 4, p. 1520, 1967.

FRANÇA NETO, J. B.; HENNING, A. A. **Qualidade fisiológica e sanitária de sementes de soja**. Londrina: EMBRAPA-CNPSo, 1984. 39 p. (Circular técnica 09).

FRANÇA NETO, J. B.; KRZYZANOWSKI, F. C.; DA COSTA, N. P. **O teste de tetrazólio em sementes de soja.** Londrina: EMBRAPA-CNPSo, 1998. 72 p. (Documentos 116).

FRANÇA NETO, J. B.; KRZYZANOWSKI, F. C.; DE PÁDUA, G. P.; DA COSTA, N. P.; HENNING, A. A. **Tecnologia de produção de semente de soja de alta qualidade**. Londrina: EMBRAPA-CNPSo, 2007. 12 p. (Circular técnica 40).

FRANÇA NETO, J. B.; KRZYZANOWSKI, F. C.; HENNING, A. A.; DE PÁDUA, G. P. **Tecnologia da produção de semente de soja de alta qualidade.** Londrina: EMBRAPA-CNPSo, 2016. 82 P. (Documentos 380).

GEPSTEIN, S.; ILAN, I. Evidence for the involvement of cytokinins in the regulation of proteolytic activity in cotyledons of germinating beans. **Plant and Cell Physiology**, v. 21, n. 1, p. 57-63, 1980.

GILIOLI, J. L.; FRANÇA NETO, J. B. Efeito da escarificação mecânica e do retardamento de colheita sobre a emergência de sementes de soja com tegumento impermeável. In: SEMINARIO NACIONAL DE PESQUISA DE SOJA, 2., 1981, Brasília. **Anais**... Brasília: EMBRAPA-CNPSo, 1982. v.1, p.601-609.

GOULART, A. C. P. **Fungos em sementes de soja: detecção e importância.** Dourados: EMBRAPA-CPAo, 1997. 58 p. (Documentos 11).

HARTMANN, H. T.; KESTER, D. E. **Plant propagation: principles and practices**. 1. ed. New Jersey: Prentice-Hall, 1975.

HARTWIG, E. E.; POTTS, H. C. Development and Evaluation of Impermeable Seed Coats for Preserving Soybean Seed Quality 1. **Crop science**, v. 27, n. 3, p. 506-508, 1987.

HENNING, A. A. **Patologia e tratamento de sementes: noções gerais.** Londrina: EMBRAPA-CNPSo, 2005. 52 p. (Documentos 264).

HERNÁNDEZ, I.; ALEGRE, L.; VAN BREUSEGEM, F.; MUNNÉ-BOSCH, S. How relevant are flavonoids as antioxidants in plants?.**Trends in plant science**, v. 14, n. 3, p. 125-132, 2009.

HUSSEY, G. The application of tissue culture to the vegetative propagation of plants. **Science Progress (1933-)**, p. 185-208, 1978.

KHAN, A. A. **Physiology and Biochemistry of seed dormancy and germination**. Canada: Elsevier Science Pub. Co.1977.

KLAHOLD, C. A. **Resposta da soja (Glycine max (L.) Merrill) à ação de bioestimulante.** 2005. 37 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia). Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Maringá-PR.

KRIKORIAN, A. D. Medios de cultivo: generalidades, composición y preparación. **Cultivo de tejidos en la agricultura: fundamentos y aplicaciones.** Cali: CIAT, p. 41-77, 1991.

JANN, R. C.; AMEN, R. D. What is germination?. **Physiology and Biochemistry of Seed Dormancy and Germination**, 1977.

LACA-BUENDIA, J. P. Efeito de doses de reguladores de crescimento no algodoeiro (Gossypium hirsutum L.). **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, v. 1, n. 1, p. 109-113, 1989.

LANA, R. M. Q.; LANA, A. M. Q.; GOZUEN, C. F.; BONOTTO, I.; TREVISAN, L. R. Aplicação de reguladores de crescimento na cultura do feijoeiro. **Bioscience Journal**, v. 25, n. 1, 2009.

LEITE, V. M.; ROSOLEM, C. A.; RODRIGUES, J. D. Giberelina e citocinina no crescimento da soja. **Scientia Agricola**, v. 60, n. 3, p. 537-541, 2003.

LETHAM, D. S. Zeatin, a factor inducing cell division isolated from Zea mays. **Life sciences**, v. 2, n. 8, p. 569-573, 1963.

LEVITT, J. **Introduction to plant physiology**. 2.ed. Saint Louis: The C.V. Mosby Company, 1974. 447p.

LUDWIG-MÜLLER, J.; EPSTEIN, E. Occurrence and in vivo biosynthesis of indole-3-butyric acid in corn (Zea mays L.). **Plant physiology**, v. 97, n. 2, p. 765-770, 1991.

MAGUIRE, J. D. Speed of germination—Aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor 1. **Crop science**, v. 2, n. 2, p. 176-177, 1962.

MARCOS FILHO, J.; CÍCERO, S. M.; SILVA, W. R. **Avaliação da qualidade das sementes**. Piracicaba: Fealq, 1987.

McDONALD, D.; KHAN, N. Acid scarification and protein synthesis during seed germination. **Agronomy Journal**, Madison, v. 2, n. 75, p. 111-114, 1983.

MILLÉO, M. V. R..; ZAGONEL, J. **Avaliação da eficácia agronômica de diferentes doses e formas de aplicação de Stimulate na cultura da soja**. Ponta Grossa: Universidade Estadual de Ponta Grossa, 2002. 16 p. (Relatório Técnico).

MISLEVY, P.; BOOTE, K. J.; MARTIN, F. G. Soybean response to gibberellic acid treatments. **Journal of Plant Growth Regulation**, v. 8, n. 1, p. 11-18, 1989.

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: Mercosoja, 2004. P. 85.

MOK, M. C. Cytokinin and plant development – An overview. In: MOK, D. W. S.; MOK, M. C. (Ed.). **Cytokinins**: chemistry, activity and function. Boca Raton: CRC Press, 1994. P. 155-166.

MOTERLE. L. M.; SANTOS, R. F. D.; BRACCINI, A. D. L.; SCAPIM, C. A.; BARBOSA, M. C. Efeito da aplicação de biorregulador no desempenho agronômico e produtividade da soja. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v. 30, p. 701-709, 2008.

MOTERLE, L. M.; SANTOS, R. F. D.; SCAPIM, C. A.; BRACCINI, A. D. L.; BONATO, C. M.; Efeito de biorregulador na germinação e no vigor de sementes de soja. **Revista Ceres**, v. 58, n. 5, p. 651-660, 2011.

NASCIMENTO, R.; MOSQUIM, P. R. Crescimento e teor de proteínas em sementes de soja sob influência de hormônios vegetais. **Brazilian Journal of Botany**, v. 27, n. 3, p. 573-579, 2004.

NAKAGAWA, J. Testes de vigor baseados no desempenho das plântulas. In: KRZYZANOWSKI, FC.; VIEIRA, RD.; FRANÇA NETO, JB. **Vigor de sementes: conceitos e testes.** Londrina: ABRATES, 1999.v. 1, p. 1-24.

NAKAGAWA, J. Testes de vigor baseados na avaliação das plântulas. **Testes de vigor em sementes.** Jaboticabal: FUNEP, p. 49-85, 1994.

PALEG, L.G. Physiological effects of gibberellic acid. II. On starch hydrolyzing enzymes of barley endosperm. **Plant Pysiology**, v.35, n.2, p.902-906, 1960.

PASSOS, A. M. A. D.; REZENDE, P. M. D.; CARVALHO, E. D. A.; SAVELLI, R. A. M Cinetina e nitrato de potássio em características agronômicas de soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 43, n. 7, p. 925-928, 2008.

PINO-NUNES, L. E. **Controle do desenvolvimento vegetal pela interação auxina-citocinina. Uma nova abordagem baseada no estudo de mutantes de tomateiro (Solanun lycopersicum cv Micro-Tom)**. 2009. 140 f. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo. Piracicaba- SP.

RAVEN. P. H.; EVERT, R. F.; EICHHON, SE**. Biologia vegetal**. 7 ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan. 856p, 2007.

REGHIN, M. Y.; OTTO, R. F.; SILVA, J. B. C. " Stimulate Mo" e proteção com Tecido" Não Tecido" no pré-enraizamento de mudas de mandioquinha-salsa. **Horticultura Brasileira**, v. 18, n. 1, p. 53-56, 2000.

RÊGO, G. M. **Micropropagação de plantas através da cultura de tecidos.** Cruz das Almas: EMBRAPA, 1984. 17 p.

RODRIGUES, J. D.; FIOREZE, S. L.; Reguladores são, para muitos cultivos, indispensáveis ao alcance de bons níveis. **Visão Agrícola**, v. 13, n. 1, p. 35-39, 2015.

RODRÍGUEZ, M. G.; CHÁVEZ, R. S. M.; CORTÉS, P. A.; SAA VEDRA, A. L. Efecto del dimetilsulfóxido en el peso fresco de rábano y betabel. **Agrociencia**, v. 37, n. 3, p. 237-240, 2003.

TAKAHASHI, E.K. **Transferência do gene atacina A para plamtas de maracujá amarelo (Passiflora edulis Sims f. flavicarpa Deg.) por biobalística.** 2002. 137 f. Tese de Doutorado. – Universidade de São Paulo, Piracicaba-SP.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**, 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2004. 719 p.

TATTO, L.; KULCZYNSKI, S. M.; BELLÉ, C.; MORIN, D.; RUBIN, F. M.; ULIANA, M. P. Desempenho de sementes de soja tratadas com bioestimulante sob diferentes condições de potencial osmótico. **Revista Eletrônica Científica Da UERGS**, v. 4, n. 3, p. 397-408, 2018.

TILLMANN, M. A. A.; MENEZES, NL. Análise de sementes.In: PESKE, ST; VILLELA, F. A; MENEGHELLO, G. E**. Sementes: fundamentos científicos e tecnológicos**, 1 ed. Pelotas: Editora Universitária/UFPel, 2012. v. 3, p. 161-272.

TOLEDO, F. F.; MARCOS FILHO, J. **Manual das sementes: tecnologia da produção.** São Paulo: Agronômica Ceres, 1977. 224 p.

SANTOS, C. M.; VIEIRA, E. L. Efeito de bioestimulante na germinação de sementes, vigor de plântulas e crescimento inicial do algodoeiro. **Magistra,** v. 17, n. 3, p. 124-130, 2005.

SPONSEL, V. M. The biosynthesis and metabolism of gibberellins in higher plants. In: DAVIES, PJ. **Plant hormones**. 1 ed. Ithaca: Springer Dordrecht, 1995. p. 66-97.

SKENE, K. G. M. Stimulation of germination of immature bean embryos by gibberellic acid. **Planta**, p. 188-192, 1969.

SYNKOVÁ, P.; SYNKOVA, H. MACHACKOVA, I.; CATSKY, J. Photosynthesis in transgenic plants with elevated cytokinin contents.In: Pessarakli, M. **Handbook of plant and crop physiology.** 1 ed. New York: Marcel Dekker, p. 541-552, 1997.

VICHIATO, M. R. D. M.; CASTRO, D. M. D.; DUTRA, L. F.; PASQUAL, M. Alongamento de plantas de Dendrobium nobile Lindl. com pulverização de ácido giberélico. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 31, n. 1, p. 16-20, 2007.

VIEIRA, E. L.; CASTRO, P. RC. Ação de Stimulate no desenvolvimento inicial de plantas de algodoeiro (Gossypium hirsutum L.) em condições de rizotron. **ABRATES**, v.11, n.2, p. 66, 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. 122 f. Tese de Doutorado. Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba-SP.

VIEIRA, E. L.; CASTRO, P. RC. 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.; MONTEIRO, C. A. Hormônios vegetais. In: CASTRO, P. R. C.; SENA, J. O. A.; KLUGE, R. A. 1 ed. **Introdução à fisiologia do desenvolvimento vegetal**. Maringá: Eduem, 2002. p. 79-104.

VIEIRA, E. L.; CASTRO, P. RC. **Ação de bioestimulante na cultura da soja (Glycine max (L.) Merrill)**. Cosmópolis: Stoller do Brasil, 2004. 47 p.

WALKER, M. A.; ROBERTS, D.R.; WAITE, J.L.; DUMBROFF, E.B. Relatinship among cytokynin, ethylene and polyamines during the stratification-germination process in seeds of Acer saccharum. **Physiologia Plantarum**, v.1, n.76, p.326-332, 1989.

WESTGATE, M. E.; PETERSON, C. M. Flower and pod development in water-deficient soybeans (Glycine max L. Merr.). **Journal of Experimental Botany**, v. 44, n. 1, p. 109-117, 1993.

WEBER, F. **Uso de bioestimulantes no tratamento de sementes de soja**. 2010. 27 f. Dissertação (Mestrado). Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel . Universidade Federal de Pelotas. Pelotas-RS.

ZHANG, F.; PAN, B.; SMITH, D. L. Application of gibberellic acid to the surface of soybean seed (t Glycine max (L.) Merr.) and symbiotic nodulation, plant development, final grain and protein yield under short season conditions. **Plant and soil**, v. 188, n. 2, p. 329-335, 1997.