

UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS

KAROLYNE PRISCILA OLIVEIRA DOS SANTOS

Condicionamento fisiológico de sementes de soja com 24-epibrassinolídeo.

RIO LARGO

2019

KAROLYNE PRISCILA OLIVEIRA DOS SANTOS

Condicionamento fisiológico de sementes de soja com 24-epibrassinolídeo.

Trabalho de conclusão de curso apresentada à banca examinadora da Universidade Federal de Alagoas como exigência final para obtenção do título de Engenheira Agrônoma.

Orientador: Prof. Dr. João Correia de Araújo
neto.

Rio Largo
2019

Catálogo na fonte
Universidade Federal de Alagoas
Biblioteca Setorial do Centro de Ciências Agrárias
Bibliotecária Responsável: Erisson Rodrigues de Santana

S237c Santos, Karolyne Priscila Oliveira dos
Condicionamento fisiológico de sementes de soja com 24-
epibrassinolídeo. / Karolyne Priscila Oliveira dos Santos. – 2019.
35 f.; il.

Monografia de Graduação em Agronomia (Trabalho de Conclusão de
Curso) – Universidade Federal de Alagoas, Centro de Ciências
Agrárias. Rio Largo, 2019.

Orientação: Prof. Dr. João Correia de Araújo Neto.

Inclui bibliografia

1. *Glycine max*. 2. Envelhecimento acelerado 3. Priming. 4.
Condutividade elétrica.

I. Título

CDU: 633.34

FOLHA DE APROVAÇÃO

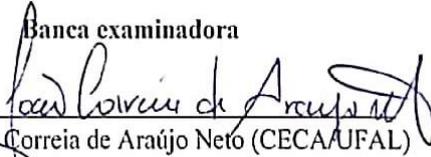
KAROLYNE PRISCILA OLIVEIRA DOS SANTOS

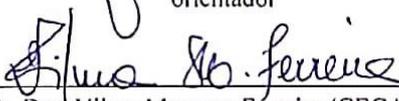
CONDICIONAMENTO FISIOLÓGICO DE SEMENTES DE SOJA COM 24
EPIBRASSINOLÍDEO

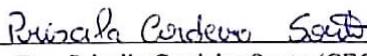
Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Centro de Ciências
Agrárias da Universidade Federal de
Alagoas como requisito parcial à
obtenção do título de Engenheira
Agrônoma.

Aprovado em 01 de março 2019.

Banca examinadora


Prof. Dr. João Correia de Araújo Neto (CECA/UFAL)
orientador


Prof. Dra. Vilma Marques Ferreira (CECA/UFAL)
avaliadora


Dra. Priscila Cordeiro Souto (CECA/UFAL)
avaliadora

Agradecimentos

A Deus, pela vida, saúde e graça que têm me abençoado.

Ao professor e orientador Dr. João Correia de Araújo Neto, pelos ensinamentos, estímulo, exemplo de competência, e profissionalismo, pela sábia orientação desta pesquisa.

À professora Dr. Vilma Marques Ferreira que sempre aconselhou e contribuiu na minha formação.

À Universidade de Federal de Alagoas pela oportunidade de realização desta pesquisa e aos seus professores pela contribuição à minha formação profissional e acadêmica.

À pesquisadora Dr. Clíssia Barboza da Silva que me ensinou e orientou durante a realização do experimento.

A todos os docentes e funcionários que de certa forma contribuíram para minha formação acadêmica e profissional.

Ao meu noivo Vicente Mota da Silva que me incentivou e ajudou nos momentos mais difíceis durante essa fase da vida.

A minha mãe Micheline da Costa Oliveira, meu pai José Alípio dos Santos que não pouparam esforços para minha formação.

Aos meus irmãos Camila Thayná Oliveira dos Santos e Thiago César Oliveira dos Santos agradeço.

À minha tia Fabiana da Costa Livramento que sempre comemorou minhas vitórias e orou em momentos de aflição.

Aos meus amigos de Heloysa, Janyne, Erica, Henrique pelos momentos que nos divertimos.

Aos companheiros de laboratório Priscila Cordeiro Souto e Cristian Bernardo da Silva que sempre foram solícitos para realizar essa pesquisa.

A todos que de alguma forma contribuíram para a realização deste trabalho

RESUMO

A cultura da soja apresenta produtividade crescente, dado à aplicação de tecnologia por parte dos produtores. O condicionamento fisiológico de sementes caracterizasse em uma alternativa promissora, visando os benefícios em relação a germinação e emergência de plântulas, especialmente sob condições menos favoráveis. A associação desta técnica com o 24-epibrassinolídeo (24-EpiBL), é capaz de resultar em benefício adicional, favorecendo o desenvolvimento de plântulas. Com base no exposto, objetivou-se com este trabalho avaliar a eficiência do condicionamento fisiológico com 24-epibrassinolídeo em sementes de soja. O estudo foi conduzido em três etapas e foram utilizados 4 lotes de sementes de soja, cultivar M 8349 IPRO. A primeira etapa consistiu na avaliação do potencial fisiológico inicial, curva de absorção e estudo de período de secagem das sementes; a segunda etapa consistiu de hidrocondicionamento; na terceira etapa foi realizado o condicionamento fisiológico com 24-EpiBL nas concentrações 10^{-6} e 10^{-8} M. O potencial fisiológico antes e após o hidrocondicionamento e o condicionamento com 24-EpiBL foi avaliado pelos testes de germinação e vigor (Primeira contagem, Índice de velocidade de germinação, Envelhecimento acelerado com solução saturada, Condutividade elétrica e Comprimento de plântulas). No entanto, as técnicas de hidrocondicionamento e condicionamento fisiológico com 24-EpiBL não foram benéficas para os lotes estudados.

Palavras chaves: *Glycine max*; priming; envelhecimento acelerado; condutividade elétrica.

ABSTRACT

Soybean cultivation has increased productivity due to the application of technology by farmers. The physiological conditioning of seeds characterized in a promising alternative, aiming the benefits in relation to the germination and emergence of seedlings, especially under less favorable conditions. The association of this technique with 24-epibrasinolide (24-EpiBL), is able to result in additional benefit, favoring the development of seedlings. Based on the above, this study aimed to evaluate the efficiency of the 24-epibrasinolide physiological conditioning in soybean seeds. The study was conducted in three stages and four lots of soybean seeds, cultivar M 8349 IPRO, were used. The first stage consisted in the evaluation of the initial physiological potential, absorption curve and study of the drying period of the seeds; the second stage consisted of hydrocondicionamento; in the third stage, the physiological conditioning was performed with 24-EpiBL at concentrations 10^{-6} and 10^{-8} M. The physiological potential before and after hydro-conditioning and conditioning with 24-EpiBL was evaluated by germination and vigor tests (first count, germination speed index, accelerated aging with saturated solution, electrical conductivity and seedling length). However, the hydrocondicionamento and physiological conditioning techniques with 24-EpiBL were not beneficial for the lots studied.

Index terms: *Glycine max*; priming; accelerated aging; electric conductivity

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Curva de absorção dos lotes 1 (A), 2 (B), 3 (C) e 4 (D) de sementes de soja, cultivar M 8349 IPRO. Rio Largo - AL, 2018.....	16
---	----

LISTAS DE TABELAS

- Tabela 1 - Teor de água inicial (TA), germinação (G), primeira contagem (PC), índice de velocidade de germinação (IVG), envelhecimento acelerado com solução saturada de sal (EASS), teor de água do envelhecimento acelerado com solução saturada de sal (TAEASS), condutividade elétrica (CE), comprimento do hipocótilo (CH), comprimento da raiz (CR) e comprimento total de plântulas (CPT) dos lotes de Soja. Rio Largo - AL, 2018.....15
- Tabela 2 - Teor de água inicial, após o condicionamento e após a secagem dos quatro lotes de sementes de soja. Rio Largo - AL, 2018.....16
- Tabela 3 - Germinação (%) de quatro lotes sementes de soja, cultivar M8349, não condicionadas (controle), hidrocondicionadas, condicionadas com 24-EpiBL nas concentrações 10^{-6} e 10^{-8} M. Rio Largo - AL, 2018.....17
- Tabela 4 – Primeira contagem de germinação (%) de quatro lotes de soja, cultivar M8349, não condicionadas (controle), hidrocondicionadas, condicionadas com 24-EpiBL nas concentrações 10^{-6} e 10^{-8} M. Rio Largo - AL, 2018.....17
- Tabela 5 - Índice de velocidade de germinação de quatro lotes de soja, cultivar M8349, não condicionadas (controle), hidrocondicionadas, condicionadas com 24-EpiBL nas concentrações 10^{-6} e 10^{-8} M. Rio Largo - AL, 2018.....17
- Tabela 6 - Porcentagem de germinação de plântulas normais provenientes do teste de envelhecimento acelerado com solução saturada de sal- EASS (%) de quatro lotes de soja, cultivar M8349, não condicionadas (controle), hidrocondicionadas, condicionadas com 24-EpiBL nas concentrações 10^{-6} e 10^{-8} M. Rio Largo - AL, 2018.....17
- Tabela 7 - Condutividade elétrica ($\mu\text{s cm}^{-1} \text{ g}^{-1}$) de quatro lotes de soja, cultivar M8349, não condicionadas (controle), hidrocondicionadas, condicionadas com 24-EpiBL nas concentrações 10^{-6} e 10^{-8} M. Rio Largo - AL, 2018.....18

Tabela 8 - Comprimento médio de plântulas normais (cm) de quatro lotes de soja, cultivar M8349, não condicionadas (controle), hidrocondicionadas, condicionadas com 24-EpiBL nas concentrações 10^{-6} e 10^{-8} M. Rio Largo - AL, 2018.....18

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	10
2. DESENVOLVIMENTO.....	13
2.1. Revisão de literatura.....	13
2.1.1. Cultura da soja.....	13
2.1.2. Potencial fisiológico.....	14
2.1.3. Condicionamento fisiológico.....	14
2.1.4. 24-Epibrassinolideo.....	15
2.2. Material e métodos.....	16
2.3. Resultados e discussão.....	20
3. CONCLUSÃO.....	29
REFERÊNCIAS.....	30

I INTRODUÇÃO

A soja (*Glycine max* (L) Merrill.), é a representante das culturas oleaginosas com maior produção, com maior crescimento expressivo nos últimos anos, e consumo mundial. Isso devido ao consumo animal e humano, que pode ser empregado como farelo da soja ou óleo de cozinha (HIRAKURI, 2014). No Brasil, a cultura da soja tem significativa nas exportações, com 14,10% do total exportado, gerando US\$ 30,69 bilhões, superando produtos como minérios, petróleo e combustíveis. Além disso, a estimativa de crescimento de área plantada é 7%, superando 35,10 milhões de hectares na safra de 2017/2018 para 37,50 milhões de toneladas na safra 2018/2019. Com produtividade esperada de 3.210 kg/ha para safra 2018/2019 (BRASIL, 2018b).

Em sistemas de produção de soja, a utilização de sementes de qualidade é essencial para garantia de estandes uniformes no campo, bem como a qualidade do produto final, visto que as plantas mais vigorosas produzem frutos de maior qualidade. O emprego de sementes de qualidade inferior, aliado à ocorrência de condições ambientais adversas logo após o plantio, pode ocasionar baixa porcentagem de germinação e menor velocidade de emergência das plantas. Como também, outros fatores podem levar à obtenção de uma disparidade no campo, como o potencial fisiológico da semente utilizada para o plantio da cultura. Sementes consideradas de alto vigor, normalmente expressam germinação mais rápida e uniforme, sendo capazes de apresentar comportamento superior as variações do ambiente. (CARVALHO e NAKAGAWA, 2000)

A carência de tecnologia para o incremento da qualidade das sementes ainda representa uma realidade para os agricultores, que têm se deparado frequentemente com a ocorrência de sementes de germinação lenta e desuniforme. Algumas técnicas, como o condicionamento osmótico ou “priming”, condicionamento mátrico, pré-hidratação, umidificação, “fluid drilling”, entre outros, têm apresentado resultados promissores nesse sentido com sementes de diversas espécies, visando à melhoria e/ou manutenção de sua qualidade (TAYLOR e HARMAN, 1990; KHAN, 1992). Tais melhorias podem ser observadas em sementes de algodão (LAUXEN et al., 2010); soja (BALARDIN et al., 2011); arroz (ALMEIDA et al., 2011). Tal prática apresentado resultados eficientes, garantindo populações apropriadas de plantas, quando as condições edafoclimáticas durante a semeadura são desfavoráveis à germinação e à rápida emergência (HENNING, 2005).

A técnica de condicionamento fisiológico de sementes ou “priming” proposta por Heydecker et al. (1975), tem mostrado progresso no processo produtivo de várias espécies

agrícolas, pelo enriquecimento das características fisiológicas, que influenciam em um desenvolvimento mais rápido e uniforme das plântulas. Segundo Tilden e West (1985), a técnica em sementes de soja reduziu a degradação causada pelo envelhecimento, mostrando aumento na porcentagem de germinação de sementes de baixo vigor e reduzindo os danos à membrana celular.

Os tratamentos das sementes, como o condicionamento fisiológico, que induzem à atividade metabólica pela hidratação dos tecidos, têm a finalidade de aumentar a porcentagem e a velocidade de germinação, uniformidade de emergência e melhorar a capacidade das plântulas em resistir a condições desfavoráveis do ambiente (MOTTA e SILVA, 1997; MARCOS FILHO, 2005). A hidratação das sementes pode ser realizada de várias formas, como a exposição das sementes à um ambiente úmido, da absorção em substrato úmido ou imersão em soluções osmóticas. O processo de condicionamento pode ser contínuo, atingindo o grau de umidade previamente determinado ou pode envolver ciclos de hidratação/secagem das sementes (VASQUEZ, 1995; BECKERT, 2001; MARCOS FILHO, 2005).

Essa técnica de condicionamento envolve a hidratação controlada de sementes, por um determinado tempo, que seja suficiente para a ativação de eventos metabólicos essenciais à germinação, sem que haja a emissão da raiz primária, seguida da desidratação das sementes; assim, as sementes condicionadas podem originar plântulas precoces e uniformes em campo (BHARGAVA et al., 2015).

O processo de absorção de água das sementes secas, que promove a germinação ocorre em três fases: Na fase I a passagem de água é mais rápida, como também a intensidade respiratória que nas fases posteriores devido a diferença de potencial hídrico, nessa fase ocorre a reativação do metabolismo. A fase II é a mais lenta e ocorre uma redução na absorção de água e na eficiência respiratória, iniciando as atividades preparatórias do processo bioquímico responsável pela digestão, translocação e assimilação das reservas (MARCOS FILHO, 2005). A fase III, é caracterizada pela retomada da absorção de água em maior velocidade, caracterizada pela protrusão da raiz primária e pela intolerância a dessecação. Com isso, o condicionamento faz uso desse princípio utilizando apenas as duas primeiras fases do processo de absorção de água pelas sementes (BEWLEY e BLACK, 1994; VARIER et al., 2010).

Com o progresso da técnica de condicionamento fisiológico, tem se estudado sua potencialidade associada ao uso de hormônios esteroides do grupo dos brassinosteróides (BRs), com ênfase para o 24 epibrassinolídeo (24-EpiBL), sendo esse hormônio vegetal o mais utilizado na agroindústria (TAIZ e ZEIGER., 2009; SILVA, 2015). Os 24-EpiBL, é composto obtido por

técnicas biotecnológicas, possui ação marcante sobre a germinação, crescimento e desenvolvimento de plântulas de várias espécies, como pimentão (SILVA et al., 2015), ervilha (NOMURA et al., 2007) e pepino (JIANG et al., 2012). Os BRs são participantes ativos nesses processos (FRIDMAN e SAVALDIGOLDSTEIN, 2013), e a influência desse hormônio pode ser positiva ou negativa dependendo da concentração utilizada, (MUSSIG, 2005).

Tem sido relatado que o tratamento de sementes com 24-EpiBL, pode induzir uma série de alterações endógenas em sementes, capazes de favorecer o desenvolvimento vegetal de culturas economicamente importantes (SILVA, 2015). O estudo dessas novas ferramentas para incremento da qualidade das sementes é fundamental, uma vez que podem agregar valor às sementes e permitir ampliação da comercialização de soja. Além disso, com o desenvolvimento dessas novas técnicas, pode gerar alternativa aos produtores de soja para solucionar limitações enfrentadas no processo de produção, falhas no estande em campo, além de permitir redução na quantidade de sementes utilizadas, com vantagens na economia de produção. Com isso, o objetivo desse trabalho foi avaliar a eficiência de condicionamento fisiológico com 24- EpiBl em sementes de soja.

II Desenvolvimento

2.1. Revisão de literatura

2.1.1. Cultura da soja

A soja é uma espécie originária da Manchúria, uma região da China, tendo domesticação há mais de cinco mil anos, com o ancestral selvagem *Glycine soja* Siebold e Zucc (KIIHL et al., 2003; EMBRAPA, 2018). A soja é uma espécie herbácea, autógama, pertencente à família Fabaceae assim como feijão, amendoim, ervilha e lentilha, possui hábito de crescimento determinado ou indeterminado, a depender do cultivar, frutos tipo legume, deiscentes, com aproximadamente 30 frutos por planta e 2 a 3 sementes por fruto, ricas em proteína (40%) e óleo (20%), tornando-a um alimento extremamente importante para humanos e animais (CHUNG e SINGH, 2008).

A fronteira agrícola brasileira, devido a demanda pelo cultivo da soja, foi largamente ampliada. Atualmente essa cultura é encontrada em grande parte do território nacional, desde os 2° N, no Amapá, até os 32° S, no Rio Grande do Sul, o que se deve ao desenvolvimento de cultivares adaptadas ao fotoperíodo e condições edafoclimáticas bem como o emprego de novas tecnologias de cultivo (ALBERINI et al., 1992; KASTER e MENOSSO, 1992; KIIHL e ALMEIDA, 1992; MIRANDA, 1992; SEDIYAMA, 1992; VELLO, 1992). Devido à crise no setor sucroenergético em Alagoas, a cultura da soja vem ganhando espaço na substituição das áreas antes destinadas à cana-de-açúcar.

O Brasil, segundo maior produtor mundial de soja, tem uma estimada para a área destinada ao cultivo da soja na safra de 2018/19 é de aproximadamente 36 milhões de hectares, com a produção estimada de 119 milhões de toneladas de grãos, o que resulta numa produtividade média de mais de 3.300 kg ha⁻¹. Os estados com maior expressão na produção de soja são, em ordem, Mato Grosso, com 20 milhões de toneladas produzidas por ano, Paraná, com 15 milhões de toneladas, Rio Grande do Sul, com 11 milhões de toneladas, Goiás, com 8 milhões de toneladas e Mato Grosso do Sul, com 5 milhões de toneladas de grãos (BRASIL, 2018a).

O maior rendimento de produção de soja pode ser alcançado pela promoção de tecnologias de melhoramento da germinação e vigor de suas sementes (LING, 2014). Dentre os fatores que podem diminuir o estabelecimento do estande de plantas da cultura, o potencial fisiológico das sementes tem fundamental importância (MARCOS FILHO, 2005). O uso de sementes de alta qualidade elimina a necessidade de semeadura, que por faze-la acarreta

prejuízos pelo aumento do custo de produção, além dos riscos desta prática, como troca de cultivar, perda da melhor época de semeadura, fatores esses que contribuem para uma menor produtividade (KRZYZA NOWSKI e FRANÇA NETO, 2003; CARVALHO e NAKAGAWA, 2000).

2.1.2. Potencial fisiológico

O potencial fisiológico das sementes é o somatório determinado pelas suas propriedades genéticas, físicas, fisiológicas e sanitárias. Os atributos capazes de afetar as sementes devido as diferenças entre a longevidade e o vigor de espécies ou cultivares, são os genéticos. A característica física de um determinado lote está diretamente relacionada com a presença de restos culturais, sementes que não seja a cultura de interesse e outras impurezas. O ambiente no qual a semente se formou tem ação determinante no seu potencial fisiológico, além dos processos realizados durante a colheita, beneficiamento e armazenamento (PESKE, LUCCA FILHO e BARROS, 2006).

A caracterização do potencial fisiológico de sementes tem como parâmetro a germinação e o vigor, possibilitando a diferenciação de lotes mais vigorosos e menos vigorosos e a chance de êxito após a semeadura no campo ou durante o armazenamento, sob condições distintas do campo, expandindo os conhecimentos sobre a viabilidade das sementes (MARCOS FILHO, 2005). O vigor de sementes é a junção das propriedades que apontam a atividade e o desenvolvimento dos lotes de sementes de germinação aceitável em diversos ambientes (ISTA, 2014).

A redução na porcentagem, velocidade e uniformidade de emergência de plântulas, e no tamanho inicial das plântulas tem se denominado como baixo vigor das sementes, afetando no desempenho da cultura ao longo do ciclo, refletindo na produção de sementes (PINTHUS; KIMEL, 1979; TEKRONY et al., 1987), visto que, a cultura com menor desenvolvimento gera frutos menos vigorosos. O vigor de sementes pode afetar diretamente a produtividade das culturas. No caso da soja, foi observada ligação entre o vigor e a produtividade final da cultura, com aumento de 9% de rendimento quando se utilizou sementes de alto vigor (SCHEEREN, 2002). Já em plantas individuais, sementes de baixo vigor causaram perda de 35% do rendimento de grãos de soja, em comparação com as plantas originadas de sementes de alto vigor (KOLCHINSKI et al., 2005).

2.1.3. Condicionamento fisiológico

Estudos de procedimentos que visam uniformizar a performance das sementes de um lote ou evidencia propriedades específicas de seu potencial, uma vez que a semente esteja em

processo de deterioração é impossível a retomada completa do seu potencial fisiológico inicial. O conjunto desses procedimentos é denominado condicionamento de sementes (MARCOS FILHO, 2005). O condicionamento fisiológico é uma conhecida técnica aplicada às sementes, que objetiva influenciar o desenvolvimento das plântulas por meio da estimulando a ativação das atividades metabólicas que por sua vez pode acelerar a germinação das sementes e uniformizar o desenvolvimento das plântulas (BRADFORD, 1986). Os benefícios do condicionamento fisiológico também são a redução de injúrias durante a fase de absorção, a resistência aos estresses durante a germinação e a superação da dormência de sementes de algumas espécies (COPELAND e McDONALD, 2001).

Para execução da prática do condicionamento fisiológico, quantidades de água previamente determinadas são adicionadas às sementes ou ao substrato para que o processo de germinação ocorra por meio da ativação das atividades metabólicas, sendo interrompido antes da protrusão da raiz primária, com seguida secagem das sementes, retornando ao teor de água inicial (McDONALD, 2000). Dessa forma, o tempo adequado para interromper a hidratação e começar a secagem necessita ser verificado previamente, se houver a suspensão do fornecimento de água antes do momento considerado ideal, a ativação do metabolismo pode ser insuficiente para alcançar os benefícios do condicionamento fisiológico, caso seja após o ponto ideal, favorece para que os efeitos sejam contrários, pela diminuição da tolerância das sementes à desidratação (MARCOS FILHO, 2005). Com isso, é importante o conhecimento do padrão de hidratação das sementes e identificar o momento ótimo para finalizar o condicionamento fisiológico, sendo distinto para cada espécie. O processo de hidratação das sementes ocorre de acordo com um padrão trifásico de absorção de água e hidratação dos tecidos, sob condições ideais de fornecimento suprimido de água, que são divididos em fase I, II e III (BEWLE Y e BLACK, 1994). Diversas pesquisas têm comprovado os benefícios do uso das técnicas de condicionamento fisiológico para as sementes de várias espécies, dentre as quais as de soja (BRACCINI et al, 1999; GIUDICE e REIS, 1999; GIURIZATTO et al, 2008).

2.1.4.24-Epibrassinolideo

O 24- epibrassinolideo é um brassinosteróide (BR), fitormônios com estrutura esteroídica polioxigenada, reconhecido por apresentar efeitos positivos na germinação e no desenvolvimento de plântulas de várias espécies. A principal via biossintética é a do campesterol, que após redução e oxidações, é reduzido a campenesterol, e oxidado a catasterona e a teasterona, originando o brassinolídeo (FUJIOKA e YOKOTA, 2003). Estudos relacionadas com os BRs, tem mostrado efeitos significativos em culturas como a ervilha na investigação dos efeitos de

BRs no crescimento da cultura (NOMURA et al., 2007); o feijão em seus os efeitos de 24-EpiBL a 5,0 μ M sobre a germinação, crescimento de plântulas e atividade antioxidante de enzimas, em condições de estresse salino; e em *Brassica juncea* L. verificando diferentes concentrações de 24-EpiBL (ARORA et al, 2010).

Visto que são documentados na literatura diversas e importantes funções que os brassinosteróides estão diretamente envolvidos no desenvolvimento vegetal, melhorando o crescimento e rendimento de diversas culturas, além de aumentar a tolerância em vários estresses abióticos (SHAHZAD et al. 2018). Recentemente, o emprego do 24-epibrassinolideo foi atrelado a técnica de condicionamento fisiológico por Silva et al. (2015), demonstrando eficácia no condicionamento fisiológico de sementes de pimentão. Com isso, estudos adicionais com sementes de outras espécies é de grande importância para o desenvolvimento da técnica.

2.2 Material e Métodos

A pesquisa foi conduzida no Laboratório de Propagação de Plantas do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Alagoas (CECA/UFAL), em Rio Largo - AL, foram utilizados três lotes com potencial fisiológico distintos do cultivar soja M 8349 I PRO, oriundas do município de Arapiraca. Afim de se obter o quarto lote com potencial fisiológico distinto, parte das sementes do lote 3, devido maior quantidade de sementes disponíveis, foram envelhecidos, dando origem as sementes do lote 4. Foram utilizadas caixas plásticas (gerbox) contendo, ao fundo, 40mL de água destilada, nas quais foram colocadas sobre tela de aço, isolando as sementes da água líquida. As caixas foram mantidas em estufa incubadora tipo BOD à temperatura de 42 °C, durante 48 h. (AOSA, 1983). Após o envelhecimento, as sementes foram secas sob temperatura de 25 °C por 24 h e armazenadas, em sacos tipo kraft, até o início dos ensaios

A pesquisa foi dividida em três etapas: 1ª etapa – potencial fisiológico inicial das sementes, curva de absorção e estudo do período de secagem; 2ª etapa – hidrocondicionamento; 3ª etapa - condicionamento fisiológico com 24-EpiBL nas concentrações 10^{-6} e 10^{-8} M. O potencial fisiológico após o hidrocondicionamento e o condicionamento com 24-EpiBL foi avaliado mediante os testes de germinação e vigor (primeira contagem, índice de velocidade de germinação, envelhecimento acelerado com solução saturada, condutividade elétrica e comprimento de plântulas).

O teor de água das sementes foi determinado pelo método de estufa, a 105 ± 3 °C, durante 24 horas (BRASIL, 2009). Os resultados foram expressos em percentagem (base úmida) para cada lote. Para o teste de germinação foram utilizadas quatro repetições de 50 sementes distribuídas em rolos de papel (tipo Germitest), previamente esterilizado e umedecido com quantidade de água equivalente a 2,5 vezes o peso do papel seco. Os rolos foram condicionados verticalmente em sacos de plástico para evitar a perda de água e mantidos em germinadoras sob a temperatura alternada 20-30 °C e fotoperíodo de oito horas. As avaliações foram realizadas aos 8 dias após a semeadura e, os resultados, expressos em percentagem de plântulas normais para cada lote (BRASIL, 2009).

O teste de primeira contagem de germinação, realizada no quinto dia após a instalação do teste, foram registradas apenas as plântulas normais que tinham todas as estruturas essenciais bem desenvolvidas (BRASIL, 2009). Para o índice de velocidade de germinação (IVG), foram

realizadas contagens diárias do número de plântulas normais durante o teste de germinação. Os índices foram calculados de acordo com a fórmula proposta por Maguire (1962).

O teste de envelhecimento acelerado com solução saturada de NaCl (EASS) foi conduzido com quatro amostras de 50 sementes para cada lote. As sementes foram distribuídas em camada única sobre tela de aço inox da caixa de plástico (11cm × 11cm × 3,5cm) contendo 40ml de solução saturada de NaCl (40g/100mL de água), estabelecendo ambiente com aproximadamente 76% de umidade relativa do ar (JIANHUA e McDONALD, 1996). As caixas foram tampadas e incubadas em germinadores regulados à temperatura de 41 °C por 48 horas (HAMPTON e TeKRONY, 1995). Transcorrido esse período, foi determinado o teor de água e as sementes foram submetidas ao teste de germinação, sendo a avaliação realizada no quinto dia após a semeadura, com os resultados expressos em porcentagem de plântulas normais (BRASIL, 2009).

A condutividade elétrica (CE) foi determinada pelo método de massa, com quatro repetições de 50 sementes para cada lote. Inicialmente, foram pesadas em balança analítica de precisão de 0,0001 g quatro repetições de 50 sementes para cada lote. As sementes foram imersas em 75 ml de água destilada e mantida em câmaras de germinação à 25 °C por 24 horas. Após o período de absorção, as amostras foram agitadas e foi determinado a CE da solução de embebição em um condutivímetro modelo Lucca-150. Os resultados obtidos foram divididos pela massa fresca das 50 sementes e expressos em $\mu\text{S} \cdot \text{cm}^{-1} \cdot \text{g}^{-1}$ (MARCOS FILHO e VIEIRA, 2009).

Para a curva de absorção de água, as sementes foram submetidas a avaliações para determinação do grau de umidade necessário para que estas alcançassem o estágio III de hidratação (BEWLEY e BLACK, 1994); isto foi feito para estabelecer o grau de umidade que as sementes deveriam atingir no condicionamento fisiológico, sem permitir a protrusão da raiz primária (CASEIRO et al., 2004). Quatro repetições de 50 de sementes por lote foram distribuídas entre duas camadas de folhas de papel toalha (cada camada composta de três folhas de 10,3 x 10,3 cm), umedecidas com quantidade de água equivalente a 2,5 vezes o peso do papel seco. As camadas de papel toalha foram colocadas sobre tela de alumínio, contidas em caixa de plástico transparente (11 x 11 x 3,5cm), contendo 40mL de água destilada. As caixas foram tampadas e mantidas em câmara de germinação, a temperatura de 20-30°C, semelhante ao teste de germinação. Para calcular a quantidade de água absorvida, as sementes foram pesadas de uma em uma hora, sendo a pesagem final correspondente ao início da ocorrência da protrusão da raiz primária dos lotes de sementes. Os resultados foram expressos em porcentagem de teor de água obtido em cada período de absorção para cada lote. As sementes condicionadas foram submetidas

à secagem, no período de 24 horas, tempo esse necessário para atingirem o teor de água em torno de 11%.

Os procedimentos para o condicionamento foram os mesmos prescritos para a curva de absorção. Entretanto, para as sementes que foram condicionadas com 24-EpiBL, o umedecimento do substrato foi realizado com suas respectivas concentrações (10^{-6} e 10^{-8} M). Após condicionamento, as sementes foram submetidas a secagem e, em seguida, avaliadas quanto à germinação e vigor (PC, IVG, EASS, CE e CP).

Foi adotado o delineamento experimental inteiramente casualizado e os dados obtidos foram submetidos análise de variância pelo teste F, utilizando o programa estatístico Sisvar. Para estabelecimento do tratamento mais adequado para o condicionamento fisiológico, os dados obtidos foram analisados em esquema fatorial 4 X 4 (quadro tratamentos: controle, hidrocondicionamento, condicionamento com 24-EpiBL nas concentrações de 10^{-6} e 10^{-8} M X 4 lotes de sementes). Para contraste entre médias foi utilizado o teste de Tukey ($p < 0,05$).

2.3 Resultados e Discussão

O grau de umidade, em base úmida, dos quatro lotes apresentou diferença de 0,1%, não sendo superior à 2%. Segundo Marcos Filho (2015), a similaridade dessa variável é essencial para o êxito dos procedimentos, quando o grau de umidade está elevado pode favorecer ou prejudicar o comportamento das sementes durante a condução dos testes de vigor. As sementes dos lotes estudados apresentaram potenciais fisiológicos distintos, evidenciados tanto pela porcentagem de germinação quanto pelos testes de vigor, sendo a germinação do lote 4 inferior a 80%, mínimo estabelecido para comercialização de sementes de soja no Brasil, e os lotes 1, 2 e 3 com valores intermediário, superiores de germinação, respectivamente, (BRASIL, 2013).

Entretanto, dos lotes 2 e 3, que apresentaram superioridade de germinação, constatou-se que o 2 alcançou maiores valores para índice de velocidade de germinação, comparados aos demais lotes, evidenciando a necessidade de realizar vários testes de vigor para sua determinação. As sementes do lote 1 apresentaram potencial fisiológico intermediário, observando seu comportamento nos testes de germinação, primeira contagem, IVG, envelhecimento acelerado e comprimento do hipocótilo da plântula. As sementes provenientes do lote 4 apresentaram menor potencial fisiológico inicial, visto nos testes de germinação, primeira contagem, IVG, envelhecimento acelerado, condutividade elétrica e comprimento e plântula. (Tabela 1)

Tabela 1- Teor de água inicial (TA), germinação (G), primeira contagem (PC), índice de velocidade de germinação (IVG), envelhecimento acelerado com solução saturada de sal (EASS), teor de água do envelhecimento acelerado com solução saturada de sal (TAEASS), condutividade elétrica (CE), comprimento do hipocótilo (CH), comprimento da raiz (CR) e comprimento total de plântulas (CPT) dos lotes de Soja. Rio Largo - AL, 2018

LOTES	TA (%)	G (%)	PC (%)	IVG	EASS (%)	TAEASS (%)	CE ($\mu\text{s}/\text{cm}$)	CPH (cm)	CPR (cm)	CPT (cm)
1	7,3	83 b	70 b	10,1 b	73,0 ab	13,6	126,5 a	9,3 a	11,7 b	21,0 b
2	7,2	94 a	90 a	12,2 a	73,5 a	13,0	103,7 a	10,5 a	15,5 a	26,0 a
3	7,4	90 a	84 a	10,8 b	61,0 b	13,2	113,5 a	9,7 a	15,4 a	25,2 a
4	7,3	55 c	52 c	5,5 c	6,0 c	13,4	128,4 a	6,7 b	6,4 c	13,1 c
C.V.(%)	-	3,9	4,3	5,0	11,0	-	10,2	17,3	18,5	15,8

Comparação de médias dentro de cada coluna (teste Turkey $p < 0,05$)

Quando a curva de absorção, constatou-se que as sementes provenientes dos quatro lotes, apresentaram velocidades de absorção de água diferentes. A protrusão da raiz primária dos lotes 1 e 4 (Figura 1A, 1D) ocorreu a partir de 47 e 48 horas de absorção, respectivamente, período em que as sementes apresentavam aproximadamente 53% de teor de água. Para os lotes 2 e 3 (Figura 1B, 1C) a protrusão da raiz ocorreu após 37 horas de absorção, quando as sementes apresentavam aproximadamente 50% de teor de água.

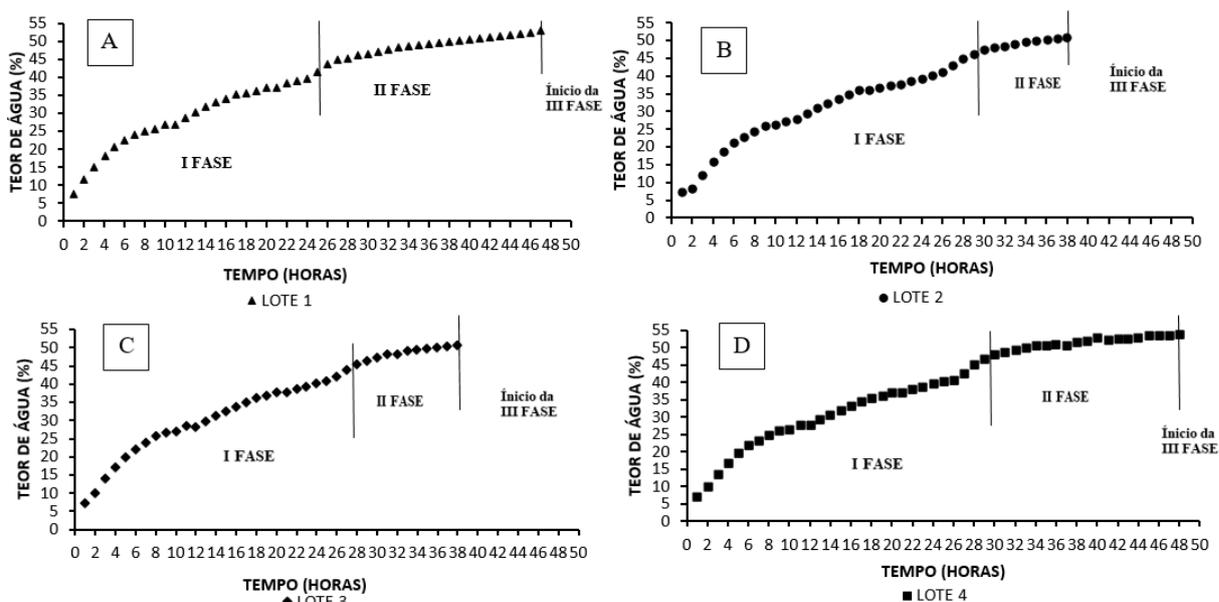


Figura 1. Curva de absorção dos lotes 1 (A), 2 (B), 3 (C) e 4 (D) de sementes de soja, cultivar M 8349 IPRO. Rio Largo - AL, 2018

As sementes podem apresentar padrões de absorção de água distintos, requerendo períodos de absorção diferentes para chegarem na fase III do processo de hidratação dos tecidos, com isso a determinação do período de condicionamento com base no teor de água final das sementes é fundamental (BEWLEY; BLACK, 1994), pois o condicionamento fisiológico não deve exceder a fase II, que corresponde a fase de ativação do metabolismo das sementes, uma vez atingindo a fase III, caracterizada pela protrusão da raiz primária, e a eficiência da técnica do condicionamento fisiológico pode ser comprometida, sendo intolerante a desidratação, portanto a má escolha do período de condicionamento gera falha da técnica de condicionamento (BRADFORD, 1986).

Com bases nos resultados obtidos pela curva de absorção, para o condicionamento fisiológico de sementes de soja, foram selecionados os períodos de 32 e 40 horas, em que o teor de água estava com 49% para os lotes 2 e 3 de, e 51% para os lotes 1 e 4. Tais resultados

corroboram com McDonald (1994), que mencionou que em sementes com reserva cotiledonares, como a soja, a protrusão é obtida quando os teores de água forem superiores a 45%.

As sementes com teor de água inicial em média 8,60%, após o condicionamento, apresentavam em média 45,62% de teor de água. Após o período 24 horas de secagem, atingiram média de 11%, semelhante a Giurizatto (2006) (Tabela 2).

De acordo com (2008), o teor de água das sementes de cereais superior a 14% pode provocar aumento da taxa respiratória e conseqüentemente ocasionar aumento de sua temperatura, acelerando a deterioração da semente. Assim, para as sementes destinadas ao armazenamento, é imprescindível que o teor de água destas seja inferior ao limite máximo, permitindo a preservação do potencial fisiológico (SILVA, 2015). Com isto, a secagem prévia das sementes foi realizada após todos os tratamentos de condicionamento fisiológico relatados nessa pesquisa, processo comumente designado na literatura como hidratação-desidratação (ANDRADE, 1993; PEÑALOZA e EIRA, 1993)

Tabela 2. Teor de água inicial, após o condicionamento e após a secagem dos quatro lotes de sementes de soja. Rio Largo - AL, 2018

LOTES	Inicial %	Após condicionamento	Após secagem
1	8,52	47,35	10,71
2	8,62	43,60	10,90
3	8,73	46,01	11,10
4	8,54	45,53	11,26

Não foi observado efeito benéfico dos tratamentos e do condicionamento fisiológico com 24- EpiBL nas concentrações de 10^{-6} e 10^{-8} M sobre a germinação das sementes de soja (Tabela 3). Uma vez que houve decréscimo na porcentagem de germinação das sementes hidrocondicionadas e condicionadas com 24 EpiBL em relação as sementes sem condicionamento. Resultados semelhantes foram encontrados por Costa et al (2011), justificado pelo aumento das injúrias no tegumento resultante do condicionamento fisiológico das sementes. O teste de germinação por ser conduzido em condições ideais pode anular os efeitos do condicionamento fisiológico, e sob condições não controladas o efeito do condicionamento

tende a ser mais perceptível (BRADFORD, 1986; PARERA e CANTLIFFE, 1994; BRACCINI et al, 1997).

Para a primeira contagem (Tabela 4), o efeito benéfico do hidrocondicionamento foi observado apenas para as sementes lote 1. Para os demais lotes, houve decréscimo na germinação tanto para o hidrocondicionamento quanto para o condicionamento com 24-EpiBL, independente da concentração. A absorção de água pelas sementes, seguida de secagem, foi prejudicial à qualidade das sementes reduzindo drasticamente o vigor. Resultados semelhantes foram obtidos por outros autores, Del Giúdice (1996) com sementes de soja condicionadas osmoticamente, Lopes (1996) usando sementes de cebola condicionadas fisiologicamente e Braccini (1999) usando sementes de soja tratadas com hidrocondicionamento.

O índice de velocidade de germinação (IVG) (Tabela 5), baseia-se no princípio que lotes de sementes que possuem maior velocidade de germinação são mais vigorosos. Com isso, para o IVG não houve incremento do potencial fisiológico das sementes de soja. No entanto, as sementes condicionadas com 24-EpiBL (10^{-6} 10^{-8} M) reduziram o potencial fisiológico das sementes de soja, exceto para os lotes 2 e 4, que por sua vez, foram os mais vigorosos também na avaliação do potencial fisiológico inicial (Tabela 1).

No envelhecimento acelerado com solução saturada de NaCl (Tabela 6), o potencial fisiológico das sementes de soja foi reduzido tanto no hidrocondicionamento como no condicionamento fisiológico com 24-EoiBL. As sementes submetidas às condições de umidade relativa e temperatura alta, que são proporcionados pelo teste de envelhecimento acelerado pode promover alterações no comportamento das amostras avaliadas (MARCOS FILHO, 2015). A velocidade com que as sementes se deterioram é diretamente relacionada entre o genótipo, teor de água da semente e temperatura do ambiente de armazenamento (DELOUCHE, 2002).

Tabela 3. Germinação (%) de quatro lotes sementes de soja, cultivar M8349, não condicionadas (controle), hidrocondicionadas, condicionadas com 24-EpiBL nas concentrações 10^{-6} e 10^{-8} M. Rio Largo - AL, 2018

LOTES	CONT	HIDRO	EP10 ⁻⁶	EP10 ⁻⁸
1	82 Aa	80 Aa	64 Ab	63 ABb
2	93 Aa	83 Aab	73 Ab	76 Ab
3	90 Aa	62 Bb	61 Ab	60 Bb
4	54 Ba	31 Cb	25 Bb	20 Cb
C.V.(%)		10,8		

Comparação de médias: letras maiúscula nas colunas e letras minúsculas nas linhas (teste de Turkey $p < 0,05$)

Tabela 4. Primeira contagem de germinação (%) de quatro lotes de soja, cultivar M8349, não condicionadas (controle), hidrocondicionadas, condicionadas com 24-EpiBL nas concentrações 10^{-6} e 10^{-8} M. Rio Largo - AL, 2018

LOTES	CONT	HIDRO	EP10 ⁻⁶	EP10 ⁻⁸
1	70 Bab	74 Aa	57 ABc	58 ABc
2	90 Aa	78 Aab	63 Ac	68 Abc
3	84 Aa	60 Bb	48 Bb	54 Bb
4	51 Ca	23 Cb	19 Cb	17 Cb
C.V.(%)		12,4		

Comparação de médias: letras maiúscula entre colunas e letras minúsculas entre linhas (teste de Turkey $p < 0,05$)

Tabela 5. Índice de velocidade de germinação de quatro lotes de soja, cultivar M8349, não condicionadas (controle), hidrocondicionadas, condicionadas com 24-EpiBL nas concentrações 10^{-6} e 10^{-8} M. Rio Largo - AL, 2018

LOTES	CONT	HIDRO	EP10 ⁻⁶	EP10 ⁻⁸
1	10,1 Bab	11,3 ABa	8,6 Bbc	7,4 Bc
2	12,2 Aa	13,1 Aa	11,7 Aa	11,8 Aa
3	10,8 Aba	10,1 Ba	9,4 Ba	8,9 Ba
4	5,5 Ca	3,9 Cab	2,8 Cb	2,2 Cb
C.V.(%)		11,7		

Comparação de médias: letras maiúscula entre colunas e letras minúsculas entre linhas (teste de Turkey $p < 0,05$)

Tabela 6. Porcentagem de germinação de plântulas normais provenientes do teste de envelhecimento acelerado com solução saturada de sal- EASS (%) de quatro lotes de soja, cultivar M8349, não condicionadas (controle), hidrocondicionadas, condicionadas com 24-EpiBL nas concentrações 10^{-6} e 10^{-8} M. Rio Largo - AL, 2018

LOTES	CONT	HIDRO	EP10 ⁻⁶	EP10 ⁻⁸
1	73 Aa	39 ABb	41 Ab	31 Ab
2	73 Aa	51 Ab	36 Ac	39 Ac
3	61 Ba	33 Bb	36 Ab	29 Ab
4	6 Ca	9 Ca	6 Ba	6 Ba
C.V.(%)	17,1			

Comparação de médias: letras maiúscula entre colunas e letras minúsculas entre linhas (teste de Turkey $p < 0,05$)

Pelo teste de condutividade elétrica (CE) (Tabela 7) foi possível observar que a técnica de hidrocondicionamento e condicionamento fisiológico com 24-EpiBL aumentaram o potencial fisiológico das sementes de soja, promoveram redução significativa no nível de material exsudado na solução utilizada para análise no CE, e isto foi comprovado até para os lotes de potencial fisiológico intermediário e baixo, lotes 1 e 4, respectivamente. O condicionamento reduziu o valor da condutividade elétrica do exsudado das sementes de todos os lotes, redução de 126,5 para 41,2 $\mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$, de 103,7 para 34,1 $\mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$, de 113,5 para 38,2 $\mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$, 128,4 para 62,1 $\mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$, dos lotes 1, 2, 3 e 4, respectivamente, com o uso do condicionamento com a concentração 10^{-8}M , não apresentando diferença estatística para os outros condicionamentos. Os resultados podem ser atribuídos ao fato de que o condicionamento fisiológico proporcionou a reorganização e ativação de mecanismo de reparo do sistema de membranas, resultando em uma menor quantidade de exsudados na solução de embebição (VIEIRA, 1980; DIAS e MARCOS FILHO 1996). Comportamento semelhante foi observado por Kikuti et al. (2002) em sementes osmoticamente condicionadas de algodão e por Giurizatto et al (2008) em sementes de soja hidrocondicionadas. Os valores observados em sementes não condicionadas foram mais elevados aos encontrados por Vieira et al (2002) com cultivares diferentes.

Para o comprimento médio de plântulas (Tabela 8), apenas as sementes hidrocondicionadas do lote 1 obtiveram melhor desempenho em relação as sementes não condicionadas. Diferente do lote 3, em que o hidrocondicionamento prejudicou o crescimento

das plântulas. Com relação ao condicionamento fisiológico com 24-EpiBL, não houve incremento do comprimento de plântulas de soja quando as sementes foram condicionadas nas concentrações de 10^{-6} e 10^{-8} M. De acordo com Armstrong e McDonald (1992), o condicionamento das sementes em água resulta em crescimento anormal das plântulas dessa espécie.

Tabela 7. Condutividade elétrica ($\mu\text{s cm}^{-1} \text{ g}^{-1}$) de quatro lotes de soja, cultivar M8349, não condicionadas (controle), hidrocondicionadas, condicionadas com 24-EpiBL nas concentrações 10^{-6} e 10^{-8} M. Rio Largo - AL, 2018

LOTES	CONT	HIDRO	EP10 ⁻⁶	EP10 ⁻⁸
1	126,5 BCb	46,5 Aa	42,4 Aa	41,2 Aa
2	103,7 Ab	35,4 Aa	41,4 Aa	34,1 Aa
3	113,5 ABb	38,7 Aa	47,0 Aa	38,2 Aa
4	128,4 Cb	73,2 Ba	72,2 Ba	62,1 Ba
C.V.(%)	11,6			

Comparação de médias: letras maiúscula nas colunas e letras minúsculas nas linhas (teste de Turkey $p < 0,05$)

Tabela 8. Comprimento médio de plântulas normais (cm) de quatro lotes de soja, cultivar M8349, não condicionadas (controle), hidrocondicionadas, condicionadas com 24-EpiBL nas concentrações 10^{-6} e 10^{-8} M. Rio Largo - AL, 2018

LOTES	CONT	HIDRO	EP10 ⁻⁶	EP10 ⁻⁸
1	21,0 Bb	25,6 Aa	24,1 Aab	24,7 Aab
2	26,0 Aa	24,6 Aa	25,0 Aa	23,9 Aa
3	25,2 Aa	19,8 Bb	26,1 Aa	24,7 Aa
4	13,0 Ca	11,5 Ca	14,7 Ba	12,5 Ba
C.V.(%)	16,5			

Comparação de médias: letras maiúscula nas colunas e letras minúsculas nas linhas (teste de Turkey $p < 0,05$)

Com base nos resultados obtidos, das análises dessa pesquisa, é possível afirmar que o hidrocondicionamento não favoreceu a quantidade de plântulas normais de soja normais obtidas pelos testes de germinação, primeira contagem, índice de velocidade de germinação, envelhecimento acelerado e comprimento de plântula para os lotes 2, 3 e 4, com benefícios apenas para o lote 1 nos testes de primeira contagem, índice de velocidade de germinação e

comprimento de plântula. O condicionamento com 24-EpiBL com as diferentes concentrações também não favoreceu o vigor das sementes, evidenciando que o hidrocondicionamento e o condicionamento com 24-EpiBL não são indicados para sementes de soja do cultivar M 8349 IPRO, pela fragilidade do seu tegumento, sendo observado rachaduras após o condicionamento fisiológico.

Além disso, os resultados evidenciaram a necessidade do controle de patógenos pelo apodrecimento das sementes, que pela ausência desse houve o aumento de plântulas anormais, sendo sugerido por Costa (2011) a utilização de fungicidas antes do condicionamento fisiológico.

III CONCLUSÃO

O hidrocondicionamento e condicionamento fisiológico com 24-epibrassinolídeo não foram eficientes no incremento do vigor de sementes de soja do cultivar M8349 IPRO;

Referências

- ALBERINI, J. L.; MATSUMOTO, M. N.; ZUFFO, N. L. **Cultivares de soja para os estados de Mato Grosso do Sul e Mato Grosso**. In: SIMPÓSIO SOBRE CULTURA E PRODUTIVIDADE DA SOJA, 1., Piracicaba, 1991. Anais... Piracicaba: FEALQ, 1992. p. 89-108.
- ALMEIDA, A.S. et al. Bioativador no desempenho fisiológico de sementes de arroz. **Revista Brasileira de Sementes**, v.33, n.3, p.501-510, 2011.
- ANDRADE, A.P. **Condicionamento osmótico de sementes de cenoura (Daucus carota L.) em diferentes níveis de cloreto de sódio**. Pelotas: UFPel, 1993. 55p. Tese de Mestrado.
- ARMSTRONG, H.; McDONALD, M.B. Effects of osmoconditioning on water uptake and electrical conductivity in soybeans seeds. *Seed Science and Technology*, Zürich, v. 20, n. 3, p. 391-400, 1992.
- ARORA, P. BHARDWAJ, R.; KANWAR, M. K. 24-epibrassinolide regulated diminution of Cr metal toxicity in Brassica juncea L. plants. **Braz. J. Plant Physiol**, Índia, v. 22, n. 3. p. 159-165, 2010.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL SEED ANALYSTS (AOSA). Seed vigor testing handbook. Lincoln: AOSA, 2002. 105p.
- BALARDIN, R.S. et al. Tratamento de sementes com fungicidas e inseticidas como redutores dos efeitos do estresse hídrico em plantas de soja. **Ciência Rural**, v.41, n.7, p.1120-1126, 2011.
- BECKERT, O.P. O uso da hidratação como parâmetro para estimar o desempenho de sementes de soja. 2001. Tese (Doutorado em Fitotecnia)-Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba, 2001.
- BEWLEY, J.D.; BLACK, M. Seeds: physiology of development and germination. 2ed. New York: Plenum Press, 1994. 445p.
- BHARGAVA, B.; GUPTA, Y.C.; DHIMAN, S.R.; SHARMA, P. Effect of seed priming on germination, growth and flowering of snapdragon (*Antirrhinum majus* L.). **National Academy Science Letters**, Allahabad, v. 38, n. 1, p. 81-85, 2015.
- BRACCINI, A .L.; REIS , M.S.; SEDIYAMA, C.S .; ROCHA, V.S.; SEDIYAMA, T. Efeito do condicionamento osmótico na germinação e no vigor de sementes de soja. *Revista Brasileira de Sementes*, Campinas, v. 19, n. 1, p. 71-79, 1997.
- BRACCINI, A .L.; REIS , M.S.; SEDIYAMA, C.S .; SCAPIM, C.A.; BRACCINI, M.C.L. Avaliação da qualidade fisiológica de sementes de soja, após o processo de hidratação - desidratação e envelhecimento acelerado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 34, n. 6, p. 1053-1066, 1999

BRACCINI, A. L.; REIS, M.S.; SEDIYAMA, C.S.; SCAPIM, C.A.; BRACCINI, M.C.L. Avaliação da qualidade fisiológica de sementes de soja, após o processo de hidratação - desidratação e envelhecimento acelerado. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v. 34, n. 6, p. 1053-1066, 1999.

BRADFORD, K.J. Manipulation of seed water relations via osmotic priming to improve germination under stress conditions. *HortScience*, Alexandria, v. 21, n. 5, p. 1105-1112, 1986.

BRASIL. Companhia Nacional de Abastecimento - CONAB. **Levantamento da produção de grãos: safra 2018/19**. Primeiro levantamento, v.6, n.1, 2018. Disponível em: <www.conab.gov.br>. Acesso em: 07 nov. 2018.

BRASIL. Companhia Nacional de Abastecimento. **Perspectivas para a agropecuária / Companhia Nacional de Abastecimento**, v.1, Brasília, 2018. Disponível em: <www.conab.gov.br>. Acesso em: 07 nov. 2018.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento – Secretaria de Defesa Agropecuária. **Regras para análise de sementes**. Brasília: Mapa/ACS, 2009. 399p.

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

CASEIRO, R.; BENNETT, M.A.; MARCOS-FILHO, J. Comparison of three priming techniques for onion seed lots differing in initial seed quality. *Seed Science and Technology*, Zurich, v. 32, n. 2, p. 365-375, 2004.

CHUNG, G.; SINGH, R.J. Broadening the genetic base of soybean: a multidisciplinary approach. *Critical Reviews in Plant Sciences*, v.27, p.295-341, 2008.

COPELAND, L.O.; McDONALD, M.B. Principles of seed science and technology. **Massachusetts: Kluwer Academic**, 2001. 488 p.

COSTA, D. S. Hidrocondicionamento de sementes de soja e momentos de aplicação de fungicidas / Denis Santiago da Costa. - - Piracicaba, 2011. 72 p. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, 2011.

DEL GIÚDICE, M. P. Condicionamento osmótico de sementes de soja (*Glycine max* (L.) Merrill). 1996. 130 f. Diss. Tese (Doutorado em Fitotecnia)–Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG, 1996.

DELOUCHE, J. C. Germinação, deterioração e vigor da semente. *Seed News*, v. 6, n. 06, p. 24-31, 2002.

DIAS, D.C.F.S.; MARCOS FILHO, J. Testes de condutividade elétrica para avaliação do vigor de sementes de soja (*Glycine Max* (L.) Merrill). *Scientia Agricola*, v.53, p.31-42, 1996.

EMBRAPA. **Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária**: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Disponível em: <<http://www.embrapa.gov.br>>. Acesso em: 25 nov. 2018.

FRIDMAN, Y.; SAVALDI-GOLDSTEIN, S. Brassinosteroids in growth control: How, when and where. *Plant Science*, Limerick, v. 209, n. 1, p. 24-31, 2013.

FUJIOKA S., YOKOTA T. Biosynthesis e metabolismo de brassinosteroids. *Ann. Rev. Plant Biol.* 2003; 54 : 137–164.

GIUDICE, M.P.; REIS, M.S. Efeito do condicionamento osmótico na germinação de sementes de dois cultivares de soja. *Revista Ceres*, Viçosa, v. 46, n. 266, p. 435-444, 1999.

GIURIZATTO, M.I.K.; ROBAINA, A. D.; GONÇALVES, M.C.; MARCHETTI, M.E. Qualidade fisiológica de sementes de soja submetidas ao hidrocondicionamento. *Maringá, Acta Scientiarum Agronomy*, Maringá, v. 30, n. 5, p. 711-717, 2008.

HAMPTON, J.M.; TEKRONY, D.M. Handbook of vigour test methods. Zürich: ISTA, 1995. 117 p.

HENNING, A.A. Patologia e tratamento de sementes: noções gerais. Londrina: EMBRAPA-CNPSO, 2005. 52p.

HEYDECKER, W.; HIGGINS, J.; TURNER, Y.J. Invigoration of seeds? *Seed Science & Technology*, Zurich, v.3, n.3/4, p.881-888, 1975.

HIRAKURI, M. H.; LAZZAROTTO, J. J. O agronegócio da soja nos contextos mundial e brasileiro. **Londrina: Embrapa Soja**, 2014.

ISTA 'Regras internacionais para testes de sementes'.(Associação Internacional de Testes de Sementes: Bassersdorf, CH-Suíça), 2014

JIANG, Y.P.; CHENG, F.; ZHOU, Y.H.; XIA, X.J.; SHI, K.; YU, J.K. Interactive effects of CO₂ enrichment and brassinosteroid on CO₂ assimilation and photosynthetic electron transport in *Cucumis sativus*. *Environmental and Experimental Botany*, Elmsford, v. 75, n. 1, p. 98-106, 2012.

JIANHUA, Z.; McDONALD, M.B. The saturated salt accelerated aging for small-seed crops. *Seed Science and Technology*, Zurich, v. 25, n. 1, p. 123-131, 1996.

KASTER, M.; MENOSSO, O. G. **Cultivares de soja para o estado do Paraná**. In: SIMPÓSIO SOBRE CULTURA E PRODUTIVIDADE DE SOJA, 1., 1991, Piracicaba. Anais... Piracicaba: FEALQ, 1992. p. 119-128.

KHAN, A.A. Preplant physiological seed conditioning. *Horticultural Review*, Edinburgh, v.13, p.131-181, 1992.

KIIHL, R. A. S.; ALMEIDA, L. A. Situação atual e perspectivas do melhoramento genético da soja no Brasil. In: SIMPÓSIO SOBRE CULTURA E PRODUTIVIDADE DA SOJA, 1., 1991, Piracicaba. Anais... Piracicaba: FEALQ, 1992. p. 38-40.

KIIHL, R. D. S.; MIRANDA, L.; DOMIT, L.; LANDGRAF, L.; DALL'AGNOL, A.; VIEIRA, soja brasileira: sucesso de norte a sul. **Embrapa Soja - Fôlder/Folheto/Cartilha (INFOTECA-E)**, 2003.

KIKUTI, A. L. P.; OLIVEIRA, J. A.; MEDEIROS FILHO, S.; FRAGA, A. C. Armazenamento e qualidade fisiológica de sementes de algodão submetidas ao condicionamento osmótico. *Ciência e Agrotecnologia*, Lavras, v. 26, n. 2, p. 439-443, 2002.

KOLCHINSKI, E. M.; SCHUCH, L. O. B.; PESKE, S. T. Vigor de sementes e competição intraespecífica em soja. *Ciência Rural*, Santa Maria, v. 35, n. 6, p. 1248-1256, 2005.

KRZYZA NOWSKI, F.C.; FRA NÇA NETO, J.B. Agregando valor à semente de soja. **Seed News**, Pelotas, v. 7, n. 5, p. 22-27, 2003.

LAUXEN, L.R. et al. Desempenho fisiológico de sementes de algodão tratadas com tiametoxam. **Revista Brasileira de Sementes**, v.32, n.3, p.61-68, 2010.

LING, L.; JIAFENG, J.; JIANGANG, L.; MINCHONG, S.; XIN, E.; HANLIANG, S.; YUANHUA, D. . Effects of cold plasma treatment on seed germination and soybean seedling growth. **Scientific Reports**, v.4, 2014.

LOPES, H.M.; MARIA, J.; SILVA, R.F.; MALAVASI, M.M. Influência do potencial osmótico e da temperatura na embebição e no crescimento da radícula de sementes de cebola (*Allium cepa* L.). **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.18, n.2, p.167-172, 1996.

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

MARCOS FILHO, J.; VIEIRA, R.D. Seed Vigor Tests: Principles – Conductivity Tests. In: BAALBAKI, R.; ELIAS, S.; MARCOS FILHO, J.; McDONALD, M.B. (Org.). **Seed Vigor Testing Handbook**. Contribution no.32 to the Handbook on Seed Testing, Ithaca, NY, USA: AOSA, 2009, p.77-90.

MARCOS FILHO, J.; VIEIRA, R.D. Seed vigor tests: procedures - conductivity tests. In: BAALBAKI, R. et al. (Org.). Seed vigor tests handbook. Ithaca, NY, USA: AOSA, 2009. p.186-200.

MARCOS FILHO, Julio. Teste de vigor de sementes: uma visão geral da perspectiva passada, presente e futura. **Sci. agric. (Piracicaba, Braz.)**. Piracicaba, v. 72, n. 4, p. 363-374, agosto de 2015.

MARCOS-FILHO, J. Fisiologia de Sementes de Plantas Cultivadas = Fisiologia de Sementes de Plantas Cultivadas. 2 ed. ABRATES, Londrina, PR, Brasil. 2015.

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

McDONALD, M.B. Seed priming. In: BLACK, M.; BEWLEY, J.D. (Ed.). Seed technology and its biological basis. Sheffield: Sheffield Academic Press, 2000. p. 287–325.

MIRANDA, M. C. A. Cultivares de soja para o estado de São Paulo. In: SIMPÓSIO SOBRE CULTURA E PRODUTIVIDADE DA SOJA, 1. Piracicaba, 1991. Anais. Piracicaba: FEALQ, 1992, p.109-118.

- MOTTA, C.A.P.; SILVA, W.R. Efeito de hidratação e desidratação no desempenho fisiológico de sementes de trigo. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.32, p.379-390, 1997.
- MÜSSIG, C. Crescimento promovido por brassinosteróides. *Plant biology*, v. 7, n. 02, p. 110-117, 2005.
- NAKAGAWA, J. Testes de vigor baseados no desempenho das plântulas. In: KRZYZANOSKI, F. C.; VIEIRA, R. D.; FRANÇA NETO, J. B. (Eds.). *Vigor de sementes: conceitos e testes*. Londrina: ABRATES, 1999. p. 2.1-2.24.
- NOMURA, T.; UENO, M.; YAMADA, Y.; TAKATSUTO, S.; TAKEUCHI, Y.; YOKOTA, T. Roles of brassinosteroids and related mRNAs in pea seed growth and germination. *Plant Physiology*, Bethesda, v. 143, n. 4, p. 1680-1688, 2007.
- PARERA, C.A.; CANTLIFFE, D.J. Presowing seed priming. In: JANICK, J. *Horticultural Reviews*, New York: John Wiley, 1994. v. 16, p. 109-141
- PEÑALOZA, A.P.S.; EIRA, M.T.S. Hydrationdehydration treatments on tomato seeds (*Lycopersicon esculentum* Mill.). *Seed Science & Technology*, Zurich, v.21, p.309-316, 1993.
- PESKE, S.T.; LUCCA FILHO, O.A.; BARROS, A.C.S.A. (Ed.). *Sementes: fundamentos científicos e tecnológicos*. 2. ed. Pelotas: Ed. UFPel, 2006. p. 140-224.
- PINTHUS, M. J.; KIMEL, U. Speed of germination as a criterion of seed vigor in soybeans. *Crop Science*, Madison, v. 19, p. 219-292, 1979.
- SCHEEREN, B. Vigor de sementes de soja e produtividade. 2002. 45 f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2002.
- SEDIYAMA, T. Melhoramento de soja (*Glycine max* (L.) Merrill) na Universidade Federal de Viçosa. In: SIMPÓSIO SOBRE CULTURA E PRODUTIVIDADE DA SOJA, 1., Piracicaba, 1991. Anais... Piracicaba: FEALQ, 1992. p.82-88.
- SHAHZAD, B.; TANVEER, M.; CHE, Z.; REHMAN, A.; CHEEMA, S.A.; SHARMA, A.; SONG, H.; REHMAN, S.; ZHAORONG, D. Role of 24-epibrassinolide (EBL) in mediating heavy metal and pesticide induced oxidative stress in plants: A review. *Ecotoxicology and Environmental Safety*. New York, v. 147, p. 935-944, 2018.
- SILVA, C.B.; MARCOS-FILHO, J.; JOURDAN, P.; BENNETT, M.A. Performance of bell pepper seeds in response to drum priming with addition of 24-epibrassinolide. *HortScience*, v.50, p.873-878, 2015.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E. *Fisiologia vegetal*. 4.ed. Porto Alegre: Artmed, 848p. 2009.
- TAYLOR, A.G.; HARMAN, G.E. Concepts and technologies of selected seed treatments. *Annual Review of Phytopathology*, Palo Alto, v.28, p.321-339, 1990.
- TEKRONY, D. M.; EGLI, D. B.; WHITE, G. M. Seed production and technology. In: WILCOX, J. R. (Ed.). *Soybeans: improvement, production and uses*. 2. ed. Madison: American Society of Agronomy, 1987. p. 295-353.

TILDEN, R.L.; WEST, S.H. Reversal of the effects of aging in soybean seeds. **Plant Physiology**, Lancaster, v.77, p.584-586, 1985.

VARIER, A.; VARI, A.K.; DADLANI, M. The subcellular basis of seed priming. *Current Science*, Bangalore, v. 99, n. 4, p. 450-456, 2010.

VASQUEZ, G.H. Condicionamento fisiológico de sementes de soja: efeitos sobre a germinação, vigor e potencial de armazenamento. 1995. 138 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1995.

VELLO, N. A. Ampliação da base genética do germoplasma e melhoramento de soja na ESALQ/USP. In: SIMPÓSIO SOBRE A CULTURA E PRODUTIVIDADE DA SOJA, 1. Piracicaba, 1991. Anais... Piracicaba, FEALQ, 1992. p. 60-81.

VIEIRA, R.D. Avaliação da qualidade fisiológica de sementes de quatorze cultivares de soja (*Glycine max* (L.) Merrill). 1980. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1980.

VIEIRA, R.D.; PENARIOL.A.L., PERECIN, D.; PANOBIANCO, M. Condutividade elétrica e teor de água inicial das sementes de soja. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.37, p.1333-1338, 2002.