

Bioestimulantes aplicados em sementes e plantas de milho doces sob condições de estresse abiótico

Bioestimulants applied to seeds and sweet corn plants under abiotic stress conditions

DOI:10.34117/bjdv7n3-747

Recebimento dos originais: 29/02/2021

Aceitação para publicação: 29/03/2021

Márcio Antônio Pereira do Carmo

Doutorando em Agronomia/Fitotecnia pela Universidade Federal de Lavras.

Instituição: Universidade Federal de Lavras - UFLA.

Endereço: Setor de Sementes, Departamento de Agricultura, Universidade Federal de Lavras, Campus Universitário, 37200-000, Lavras – MG, Brasil

E-mail: marciocarmobio@gmail.com

Maria Laene Moreira de Carvalho

Professora titular aposentada da Universidade Federal de Lavras.

Instituição: Universidade Federal de Lavras - UFLA.

Endereço: Setor de Sementes, Departamento de Agricultura, Universidade Federal de Lavras, Campus Universitário, 37200-000, Lavras – MG, Brasil

E-mail: mlaene@gmail.com

Heloisa Oliveira dos Santos

Professora Adjunto, da Universidade Federal de Lavras.

Instituição: Universidade Federal de Lavras - UFLA.

Endereço: Setor de Sementes, Departamento de Agricultura, Universidade Federal de Lavras, Campus Universitário, 37200-000, Lavras – MG, Brasil

E-mail: heloisa.osantos@ufla.br

Debora Kelli Rocha

Doutoranda em Agronomia/Fitotecnia pela Universidade Federal de Lavras.

Instituição: Universidade Federal de Lavras - UFLA

Endereço: Setor de Sementes, Departamento de Agricultura, Universidade Federal de Lavras, Campus Universitário, 37200-000, Lavras – MG, Brasil

E-mail: deborarocho.agro@gmail.com

João Almir Oliveira

Professor associado da Universidade Federal de Lavras.

Instituição: Universidade Federal de Lavras - UFLA.

Endereço: Setor de Sementes, Departamento de Agricultura, Universidade Federal de Lavras, Campus Universitário, 37200-000, Lavras – MG, Brasil

E-mail: jalmir@ufla.br

Vander Fillipe de Souza

Pós doutorado em Fitotecnia pela Universidade Federal de Lavras.

Instituição: Universidade Federal de Lavras - UFLA

Endereço: Setor de Sementes, Departamento de Agricultura, Universidade Federal de Lavras, Campus Universitário, 37200-000, Lavras – MG, Brasil
E-mail: vanderfsouza@gmail.com

Marilia Mendes dos Santos Guaraldo

Mestrando em Agronomia/Fitotecnia pela Universidade Federal de Lavras.

Instituição: Universidade Federal de Lavras - UFLA.

Endereço: Setor de Sementes, Departamento de Agricultura, Universidade Federal de Lavras, Campus Universitário, 37200-000, Lavras – MG, Brasil
E-mail: mah_guaraldo@hotmail.com

Cristiane Aparecida Moreira Mesquita

Doutoranda Ciências Veterinária pela Universidade Federal de Lavras

Instituição: Universidade Federal de Lavras - UFLA.

Endereço: Medicina Veterinária Preventiva, Departamento de Medicina Veterinária, Universidade Federal de Lavras, Campus Universitário, 37200-000, Lavras – MG, Brasil

E-mail: cmmequita@gmail.com

RESUMO

No intuito de melhorar a qualidade de sementes de milho super doce, novas tecnologias vêm sendo incorporadas aos sistemas de produção. Dentre elas, a utilização de bioestimulantes são consideradas estratégias agrônomicas promissoras para o incremento da produtividade. Objetivou-se avaliar a qualidade das sementes de milho super doce sob condições de estresse hídrico com a utilização de bioestimulantes. As sementes dos híbridos (BRS Vivi, Tropical Plus) foram submetidas ao tratamento com os produtos Booster®, Vitakelp® e Stimulate®. Após os tratamentos a qualidade fisiológica das sementes foram avaliadas pelo teste de primeira contagem de germinação, germinação final, emergência de plântulas, índice de velocidade de emergência (IVE) e teste frio. Adotou-se um delineamento inteiramente casualizado, com quatro repetições em esquema fatorial, sendo 4x4x2 para germinação, sendo três bioestimulantes mais a testemunha, quatro potenciais osmóticos (0 -0,3, -0,6, -0,9 Mpa) e 2 temperaturas (25 e 30°C). Enquanto para os demais testes foi utilizado o esquema fatorial 4x4 (três bioestimulantes mais a testemunha e 4 condições de déficit hídrico). O bioestimulante Booster® é mais eficiente para o tratamento das sementes de milho super doce. Existem diferenças das respostas das cultivares em relação aos bioestimulantes. Sob condições de estresse, os bioestimulantes têm efeito positivo no estabelecimento das plântulas.

Palavras-Chaves: Zea Mays, Reguladores de Crescimento Vegetal, Tratamento de Sementes.

ABSTRACT

In order to improve the quality of these seeds super sweet group new technologies are being incorporated into the production systems. Among these, the use of biostimulants are considered promising agronomic strategies to increase productivity. The objective of this study was to evaluate the quality of seeds of super sweet corn under conditions of water stress when using biostimulants. The seeds of the hybrids (BRS Vivi, Tropical Plus) were treated with Booster®, Vitakelp® and Stimulate® products. After the treatments the physiological quality of the seeds were evaluated by the first count of

germination, germination, emergence, emergency speed index (IVE) and cold test. A completely randomized design was used, with four replicates in a factorial scheme, 4x4x2 for germination, three biostimulants plus the control, four osmotic potential (0 -0.3, -0.6, -0.9 Mpa) and 2 temperature (25 and 30 ° C). While for the other tests, the 4x4 factorial scheme was used (three biostimulants plus the control, and 4 water deficit conditions, plus the control). Biostimulant Booster® is more efficient for the treatment of super sweet corn seeds. There are differences in the responses of cultivars to biostimulants. Under stress conditions biostimulants have a positive effect of establishment of seedlings.

Keywords: Zea Mays, Vegetable Regulator, Treatment Of Seeds.

1 INTRODUÇÃO

Sementes de milho doce possuem potencial fisiológico inferior quando comparadas às sementes de milho comum, o que pode afetar o estabelecimento de um estande ideal no campo. Essa baixa qualidade pode estar relacionada, dentre outros fatores, a menor quantidade de amido presente nos endospermas, a cristalização do açúcar no interior das células, aliados a presença de espaços vazios na camada da aleurona e o pericarpo (Nascimento et al., 1994). No intuito de melhorar a qualidade dessas sementes, novas tecnologias vêm sendo incorporadas aos sistemas de produção. Dentre elas, a utilização de bioestimulantes são consideradas estratégias agrônômicas promissoras para o incremento da produtividade.

Bioestimulantes são misturas de reguladores de crescimento vegetal compostos por um ou mais componentes químicos como, aminoácidos, nutrientes e vitaminas. Favorecem a expressão do potencial genético das plantas, promove um equilíbrio hormonal e estimula o desenvolvimento radicular. São produtos naturais ou sintéticos que podem ser aplicados diretamente sobre as plantas, ou como tratamento de sementes, no propósito de alterar seus processos vitais, com a finalidade de aumentar a produção e a qualidade (Silva et al. , 2018). Quando os bioestimulantes são aplicados exogenamente possuem ação semelhante aos dos grupos de hormônios vegetais, auxinas, gibelina e citocininas, que são os principais hormônios vegetais de uso exógeno (Taiz & Zeiger, 2009).

Devido a sua constituição, esses produtos podem ser uma alternativa para auxiliar as plantas em condições de estresse hídrico, pois sabe se que na cultura do milho, um dos fatores que mais interferem na produção é a falta de água. A instabilidade climática, ocorrida nos últimos anos, tem interferido no desenvolvimento

das plantas de milho, provocando diminuição na produção de sementes e no enchimento dos grãos, ocasionando menor produtividade (Bergamaschi et al.,2004). Nesse contexto, torna-se importante o uso de produtos que ajudem as plantas a ter maior tolerância a seca, uma vez que a disponibilidade de água interfere no desenvolvimento e no crescimento de plantas, na germinação das sementes, no processo de macroesporogênese e microesporogênese, e na maturação das sementes e frutos (Taiz & Zeiger, 2013).

Devido a essas características, os bioestimulantes podem ser uma alternativa como agente amenizador do déficit hídrico. Contudo, são escassos os estudos sobre o uso desses produtos na cultura do milho doce. Assim, objetivou-se com este trabalho, verificar o efeito de bioestimulantes em cultivares de milho super doce em condições de estresse abiótico.

2 MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram conduzidos no Laboratório de Análise de Sementes do Departamento de Agricultura da Universidade Federal de Lavras (UFLA), na cidade de Lavras em Minas Gerais.

Foram utilizados dois híbridos simples de milho super doce, cultivar Tropical Plus e BRS Vivi, recomendados para as condições edafoclimáticas da região Sudeste. As sementes dos híbridos foram tratadas com três bioestimulantes (Booster®, Stimulate® e Vitakelp®), com auxílio de uma pipeta graduada, nas dosagens: 3 ml/kg/sementes, 15 ml/kg/sementes e 5 ml/kg/sementes respectivamente. Posteriormente, as sementes foram acondicionadas em sacos plásticos transparentes, que foram inflados e agitados vigorosamente durante um minuto, visando uniformizar a distribuição do produto sobre a massa das sementes. Os testes fisiológicos utilizados foram:

Teste de germinação sob restrição hídrica: utilizou-se quatro repetições de 50 sementes, semeadas em papel Germitest, umedecido em solução de polietileno glicol (PEG- 6000), equivalente a 2,5 vezes o peso do papel seco nos potenciais osmóticos de 0,-0,3, -0,6 e -0,9 MPa mantidas em germinadores com temperatura de 25 e 30°C. (Brasil, 2009).

As concentrações de polietileno glicol (PEG 6000) foram calculadas por meio da fórmula de Van't Hoff, ou seja, $Y_{os} = -RTC$, onde: Y_{os} = potencial osmótico (atm); R = constante geral dos gases perfeitos (8,32 J mol⁻¹ K⁻¹); T = temperatura (K); e C

= concentração (mol L⁻¹) (Morales et al., 2015; Maciel et al., 2017), em g L⁻¹ de água, utilizadas para obter cada nível de potencial osmótico. Considerando: 1 MPa = 10 bar; 1 bar = 0,987 atm; T (K) = 273+T (°C). O nível zero (controle), com a utilização somente de água destilada, foi considerado o teste de germinação padrão, conforme Regras para Análise de Sementes (Brasil, 2009).

Teste de emergência: foram semeadas em canteiro com substrato na proporção 2:1 areia e terra, irrigado a 40, 50, 60 e 70% da capacidade de campo na semeadura e posteriormente quando necessário. O teste foi conduzido em câmara ajustada a 25°C, em regime alternado de luz-escuro (12 horas). A partir da emergência da primeira plântula foram realizadas avaliações diárias, computando-se o número de plântulas emergidas até a estabilização. Foi considerada a porcentagem de plântulas normais aos 12 dias e também o índice de velocidade de emergência, determinado segundo fórmula proposta por Maguire (1962).

Teste frio: Foram utilizadas quatro repetições de 50 sementes, semeadas em papel Germitest, umedecido em solução de polietileno glicol (PEG- 6000), equivalente a 2,5 vezes o peso do papel seco, nos potenciais osmóticos de 0, -0,3, -0,6 e -0,9 MPa. Após a semeadura, os rolos foram colocados no interior de sacos plásticos e vedados com fita adesiva, sendo mantidos em B.O.D. regulada a 10°C, durante sete dias. Após este período, os rolos foram retirados dos sacos plásticos e transferidos para um germinador à temperatura constante de 25°C, onde permaneceram por quatro dias, quando então, foi calculada a porcentagem de plântulas normais (BRASIL, 2009).

O delineamento utilizado foi o inteiramente casualizado, em esquema fatorial, sendo que para o teste de germinação foi 4x4x2, correspondente a três bioestimulantes (Booster®, Stimulate® e Vitakelp®) mais a testemunha, quatro potenciais osmóticos (0, -0,3, -0,6, -0,9MPa) e duas temperaturas (25 e 30°C). Enquanto que para os demais testes foi utilizado o fatorial 4x4 (três bioestimulantes mais a testemunha, e quatro condições de déficit hídrico).

Os dados foram submetidos à análise de variância com auxílio do software Sisvar® (Ferreira, 2014), a 5% de probabilidade pelo teste F, as médias foram agrupadas por meio do teste Scott-Knott (p < 0,05).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Cultivar BRS Vivi

Na cultivar BRS Vivi, o bioestimulante Booster® possibilitou-se elevada taxa de germinação, quando comparado aos outros tratamentos e à testemunha, em condições hídricas ideais e temperatura de 25°C. Nessa mesma condição ideal de disponibilidade hídrica, as sementes tratadas com Vitakelp® e Stimulate® não diferiram entre si, mas diferiram negativamente em relação à testemunha (Tabela 1).

O efeito positivo do uso de bioestimulantes tem sido também observado em outras culturas como soja, uma vez que Silva et al. (2018), verificaram que o uso de substâncias a base de micronutrientes e hormônios sintéticos aumentam a porcentagem de germinação e o crescimento inicial de plântulas. Da mesma forma Castro (2001), relatam que a aplicação de bioestimulantes em sementes de soja, proporcionou maior germinação.

No entanto, na condição de -0,3 Mpa, os bioestimulantes não apresentaram efeito positivo na germinação, tendo a testemunha apresentado uma maior porcentagem. A menor porcentagem de germinação das sementes tratadas provavelmente tenha ocorrido devido a um efeito fitotóxico do tratamento das sementes, aliados a menor disponibilidade hídrica quando submetida ao potencial osmótico de -0,3 Mpa. Existe uma faixa de concentração ótima para que o hormônio seja efetivo, abaixo dela não há efeito fisiológico e acima ocorrerá um efeito inibitório.

Tabela 1. Porcentagem de germinação de sementes de milho super doce, cultivar BRS Vivi, tratadas ou não com bioestimulantes e submetidas ao teste de germinação em diferentes potenciais osmóticos (Mpa), na simulação de déficits hídricos, nas temperaturas de 25 e 30°C.

Table 1. Percentage of super sweet corn germination, cultivar BRS Vivi, treated or not with bioestimulants and subjected to the germination test at different osmotic potentials (Mpa), in the simulation of water deficits, at temperatures of 25 and 30°C.

| Pressão Osmótica (Mpa) | Temp. (°C) | Bioestimulantes | | | |
|------------------------|------------|-----------------|----------|------------|------------|
| | | Vitakelp® | Booster® | Stimulate® | Testemunha |
| 0 | 25 | 66 Cb | 83 Ab | 62 Cb | 72 Ba |
| | 30 | 90 Aa | 75 Ba | 90 Aa | 72 Ba |
| -0,3 | 25 | 21 Cb | 30 Bb | 32 Bb | 41 Aa |
| | 30 | 77 Ba | 81 Aa | 76 Ba | 33 Cb |
| -0,6 | 25 | 12 Ab | 15 Ab | 0 Bb | 11 Ab |
| | 30 | 73 Aa | 75 Aa | 70 Ba | 25 Ca |
| -0,9 | 25 | 0 Ab | 0 Ab | 0 Ab | 0 Ab |
| | 30 | 61 Aa | 41 Ba | 65 Aa | 18 Ca |

CV (%) 6,14

Médias seguidas de mesma letra, maiúsculas nas linhas e minúsculas nas colunas, não diferem entre si para cada pressão osmótica pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

Na avaliação do efeito dos bioestimulantes no potencial osmótico de $-0,6$ Mpa, as sementes da cultivar BRS Vivi, tratadas com bioestimulantes não apresentaram diferenças em relação a testemunha, apesar de que o bioestimulante Booster® teve um maior número de sementes germinadas e o Stimulate® não apresentou germinação. Quando essas sementes foram colocadas para germinar na condição de $-0,9$ Mpa, verificou-se que, não houve germinação das sementes, independente do tratamento utilizado.

A redução da germinação quando o potencial hídrico é reduzido, provavelmente ocorre devido à menor disponibilidade de água para as sementes. Decréscimo no potencial de germinação em condições de estresses hídricos induzidos por potenciais osmóticos negativos, também foram observados em sementes de algodoeiro e canola (Lima et al., 2007; Ávila et al., 2007).

Já em temperatura de 30°C , em condições hídricas ideais, a cultivar BRS Vivi evidenciou diferenças significativas entre os tratamentos e, notou-se que as sementes tratadas com Vitakelp® e Simulate® tiveram uma maior germinação. A germinação foi maior nas sementes tratadas com o bioestimulante Booster® na condição de potencial osmótico de $-0,3$ Mpa, nessa condição Simulate® e Vitakelp® não diferiram entre si, mas diferiram do Booster® e da testemunha, sendo que esta última teve a germinação inferior aos outros tratamentos. No entanto, no potencial osmótico de $-0,6$ Mpa, Vitakelp® e Booster® não diferiram entre si e apresentaram uma maior taxa de germinação quando comparado ao Stimulate® e a testemunha que foi bem inferior.

Assim como no potencial osmótico de $-0,9$ Mpa, as sementes tratadas com Vitakelp® e Stimulate® mesmo não diferindo entre si tiveram melhores resultados em relação aos demais tratamentos. Nessa condição, a testemunha também evidenciou a mais baixa taxa de germinação.

Dourado Neto et al., (2014), avaliando a ação de bioestimulantes no desempenho agrônômico de milho e feijão verificou que o uso de bioestimulantes em milho, proporcionou aumento do diâmetro de colmo, número de grãos por fileiras e número de grãos.

De acordo com os resultados é possível afirmar que em condições ideais, os bioestimulantes pouco afetam a germinação das sementes de milho super doce. No entanto, quando em situações adversas, verifica-se efeito positivo independente do bioestimulante utilizado. Em condições de estresse, segundo Dourado Neto et al.

(2014), os bioestimulantes podem ter seus efeitos mais destacados, já que são compostos por hormônios que podem auxiliar os mecanismos de defesa das plantas.

Para a variável emergência de plântulas, verifica-se na capacidade de retenção de água de 40% que os bioestimulantes não diferiram entre si. No entanto, quando na capacidade de retenção de 50%, observou-se que Vitakelp® e Booster® foram superiores, enquanto que Stimulate® e testemunha não diferiram entre si. Já para a capacidade de retenção de água de 60% observou-se que Vitakelp foi superior aos demais tratamentos (Tabela 2). Resultados semelhantes foram observados por Mortele (2011), ao avaliar o efeito de biorregulador na germinação e no vigor de sementes de soja.

Tabela 2. Emergência de sementes de milho super doce, cultivar BRS Vivi, tratadas ou não tratadas com bioestimulantes submetida a diferentes potenciais osmóticos na simulação de déficits hídricos.
Table 2. Emergence of super sweet corn seeds, cultivar BRS Vivi, treated or not treated with biostimulants submitted to different osmotic potentials in the simulation of water deficits.

| Capacidade de retenção de água (%) | Bioestimulantes | | | |
|------------------------------------|-----------------|----------|------------|------------|
| | Vitakelp® | Booster® | Stimulate® | Testemunha |
| 40 | 69 Aa | 67 Aa | 72 Aa | 71 Aa |
| 50 | 82 Aa | 84 Aa | 69 Ba | 70 Ba |
| 60 | 85 Aa | 75 Ba | 69 Ca | 75 Ba |
| 70 | 67 Aa | 71 Aa | 66 Aa | 72 Aa |
| CV (%) 6,45 | | | | |

Médias seguidas de mesma letra, maiúsculas nas linhas e minúsculas nas colunas, não diferem entre si, pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

É possível verificar nos resultados deste trabalho, que em algumas situações, os bioestimulantes reduziram a emergência em relação à testemunha. Provavelmente ocorreu efeito fitotóxico do produto, reduzindo a emergência e, conseqüentemente, conferindo maior velocidade de deterioração das sementes e reduzindo a emergência nas condições de menor déficit hídrico. Os bioestimulantes atuam nos processos de divisão celular, aumentam a absorção de água e nutrientes, além de atuar em diversas fases do metabolismo das plantas (Scalon et al., 2009). No entanto, sua atuação depende da espécie da planta, dose e da sua composição (Ferreira et al., 2007).

Enquanto, com o teste de frio nota-se que, em condições hídricas ideais, houve melhor desempenho no vigor das sementes que receberam como tratamento, os bioestimulantes. No entanto, quando em estresse hídrico de 0,3 Mpa, verificou-se que

Vitakelp® foi superior em detrimento a Booster® e Stimulate®. Contudo, a partir de -0,6 Mpa, verifica-se que independente do tratamento das sementes, não ocorreu germinação (Tabela 3).

Tabela 3. Porcentagem de germinação de sementes de milho super doce, cultivar BRS Vivi, após teste frio, tratadas ou não com bioestimulantes e submetidas ao teste de germinação em diferentes potenciais osmóticos na simulação de déficits hídricos.

Table 3. Percentage of germination of super sweet corn seeds, cultivar BRS Vivi, after cold test, treated or not with biostimulants and submitted to germination test at different osmotic potentials in the simulation of water deficits.

| Pressão Osmótica (Mpa) | Bioestimulantes | | | |
|------------------------|-----------------|----------|------------|------------|
| | Vitakelp® | Booster® | Stimulate® | Testemunha |
| 0 | 70 Aa | 65 Aa | 68 Aa | 59 Ba |
| -0,3 | 6 Bb | 6 Bb | 21 Ab | 0 Bb |
| -0,6 | 0 Ab | 0 Ab | 0 Ac | 0 Ab |
| -0,9 | 0 Ab | 0 Ab | 0 Ac | 0 Ab |

CV (%) 22,13

Médias seguidas de mesma letra, maiúsculas nas linhas e minúsculas nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

A medida que o déficit hídrico aumentou, houve a redução na porcentagem do vigor das sementes, independente do uso dos bioestimulantes. Apesar de que em condições adversas as sementes tratadas com os bioestimulantes, tiveram um melhor desempenho em relação a testemunha.

3.1 CULTIVAR TROPICAL PLUS

Na cultivar Tropical Plus em condições hídricas ideais e temperatura de 25°C, Booster® e Vitakelp® apresentaram maior porcentagem de germinação e não foram diferentes em relação à Stimulate® e testemunha (Tabela 4).

Assim como na cultivar BRS Vivi, os bioestimulantes não apresentaram efeito positivo para a variável germinação quando submetidas ao potencial osmótico de -0,3 Mpa, sendo a testemunha o tratamento com maior taxa de germinação. Na condição de -0,6 Mpa, o bioestimulante Booster® proporcionou maior porcentagem de germinação, mas não diferiu de Vitakelp® e da testemunha. Já nas sementes tratadas com Stimulate® não houve germinação.

Tabela 4. Porcentagem de germinação de sementes de milho super doce, cultivar Tropical Plus tratada ou não com bioestimulantes e submetidas ao teste de germinação em diferentes potenciais osmóticos, na simulação de déficits hídricos, nas temperaturas de 25 e 30 °C.

Table 4. Percentage of super sweet corn seed germination, Tropical Plus cultivar treated or not with biostimulants and submitted to germination test at different osmotic potentials, in the simulation of water deficits, at temperatures of 25 and 30 °C.

| Pressão Osmótica (Mpa) | Temperatura (°C) | Bioestimulantes | | | |
|------------------------|------------------|-----------------|----------|------------|------------|
| | | Vitakelp® | Booster® | Stimulate® | Testemunha |
| 0 | 25 | 90 Aa | 91 Aa | 85 Ba | 85 Ba |
| | 30 | 77 Bb | 75 Bb | 75Bb | 93 Aa |
| -0,3 | 25 | 26 Bb | 16Cb | 7 Db | 34 Ab |
| | 30 | 41 Ba | 61 Aa | 16 Ca | 61 Aa |
| -0,6 | 25 | 12 Ab | 14 Ab | 0 Bb | 12 Ab |
| | 30 | 38 Ca | 58 Aa | 15 Da | 50 Ba |
| -0,9 | 25 | 12 Ab | 0 Bb | 0 Ba | 0 Bb |
| | 30 | 35 Aa | 16 Ca | 0 Da | 28 Ba |

CV (%) 7,66

Médias seguidas de mesma letra, maiúsculas nas linhas e minúsculas nas colunas, não diferem entre si para cada pressão osmótica pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

Quando essas sementes foram colocadas para germinar sob potencial osmótico de -0,9 Mpa, as sementes tratadas com Vitakelp® apresentaram maior porcentagem de germinação. Nessa condição, o estresse hídrico provocado pelo PEG 6000 não permitiu a germinação das sementes tratadas com Booster®, Stimulate® e testemunha.

Na temperatura de 30°C em condições hídricas ideais observou-se que não houve efeito do tratamento das sementes de milho super doce na cultivar Tropical Plus tratada com os bioestimulantes, nessa condição, a testemunha apresentou maior porcentagem de germinação. Resultado semelhante foi observado no potencial osmótico de -0,3 Mpa tendo a testemunha apresentado maior porcentagem de germinação.

No entanto na condição osmótica de -0,6 Mpa, as sementes tratadas com o bioestimulante Booster® apresentaram maior porcentagem de germinação para esta cultivar. Quando essas sementes foram colocadas para germinar no potencial osmótico de -0,9 Mpa, Vitakelp® possibilitou uma maior germinação quando comparado aos demais tratamentos. Resultados semelhantes foram observados por Nicchio et al. (2013), que verificaram aumento da massa seca da parte aérea de milho e maior velocidade de emergência em sementes de milho comum tratadas com

bioestimulantes. Santos et al. (2020), verificaram que a aplicação de bioestimulantes em sementes de soja, possibilitou maior crescimento radicular das plântulas.

Verifica-se que ocorreram diferenças em relação aos genótipos utilizados quanto a tolerância à altas temperaturas e disponibilidade hídricas. Nota-se que, a cultivar Tropical Plus, mesmo em condições adversas, sobressaiu, em detrimento da cultivar BRS Vivi. Isso ocorre provavelmente porque o genótipo Tropical Plus tem origem em clima temperado, e com isso, podem apresentar maior tolerância a situações adversas.

Verificou-se para a cultivar Tropical Plus, na capacidade de retenção de água de 40% que Booster® e testemunha não diferiram entre si. No entanto, foram superiores a Vitakelp® e Stimulate®. Quando na capacidade de retenção de água de 50% nota-se que Stimulate® e testemunha não diferiram entre si. Enquanto que na capacidade de retenção de água de 60% Vitakelp® apresentou efeito positivo para a variável emergência de plântulas. No entanto, em condições hídricas ideais, observa-se que os bioestimulantes não diferiram da testemunha (Tabela 5). Observa-se para essa cultivar, taxa de emergência superior a 90%, o resultado pode ser atribuído a alta qualidade das sementes utilizadas. É possível observar pelos resultados deste trabalho, que em alguns testes os resultados foram inferiores aos da testemunha. Esses resultados negativos se devem, provavelmente, ao efeito fitotóxico dos produtos as sementes.

Tabela 5. Emergência de sementes de milho super doce, cultivar Tropical Plus, tratada ou não tratada com bioestimulantes submetida a diferentes potenciais osmóticos na simulação de déficits hídricos.
Table 5. Emergence of super sweet corn seeds, Tropical Plus cultivar, treated or not treated with biostimulants submitted to different osmotic potentials in the simulation of water deficits.

| Capacidade de Retenção de Água (%) | Bioestimulantes | | | |
|------------------------------------|-----------------|----------|------------|------------|
| | Vitakelp® | Booster® | Stimulate® | Testemunha |
| 40 | 96Ba | 99 Aa | 95 Ba | 97 Aa |
| 50 | 94 Ba | 94 Ba | 98Aa | 98 Aa |
| 60 | 100Aa | 97 Ba | 95 Ca | 95 Ca |
| 70 | 94 Aa | 95 Aa | 95 Aa | 95 Aa |

CV (%) 1,53

Médias seguidas de mesma letra, maiúsculas nas linhas e minúsculas nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

Para o teste de frio observa-se que em condições hídricas ideais, que as sementes tratadas com o bioestimulante Booster® e as testemunhas não diferiram entre si, no entanto, apresentaram maior porcentagem de germinação que Vitakelp® e Stimulate®. Assim como na cultivar BRS o Vitakelp® foi superior na condição de -0,3 Mpa, apresentando maior germinação após o teste frio. No entanto, verifica-se que nos potenciais osmóticos de -0,6 e -0,9 Mpa não houve germinação das sementes após o teste frio (Tabela 6). É possível observar que nas condições hídricas ideais uma redução do vigor nas sementes tratadas com Stimulate®.

Tabela 6. Porcentagem de germinação de sementes de milho super doce, cultivar Tropical Plus, após teste frio, tratadas ou não com bioestimulantes e submetidas ao teste de germinação em diferentes potenciais osmóticos na simulação de déficits hídricos.

Table 6. Percentage of super sweet corn germination, Tropical Plus cultivar, after cold test, treated or not with biostimulants and submitted to germination test at different osmotic potentials in the simulation of water deficits.

| Pressão Osmótica (Mpa) | Bioestimulantes | | | |
|------------------------|-----------------|----------|------------|------------|
| | Vitakelp® | Booster® | Stimulate® | Testemunha |
| 0 | 77 Ba | 83 Aa | 78 Ba | 84 Aa |
| -0,3 | 10 Bb | 14 Bb | 23 Ab | 12 Bb |
| -0,6 | 0 Ac | 0 Ac | 0 Ac | 0 Ac |
| 0,9 | 0 Ac | 0 AC | 0 Ac | 0 Ac |

CV (%) 10,55

Médias seguidas de mesma letra, maiúsculas nas linhas e minúsculas nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

Em geral, com a redução do potencial hídrico, imposta pelo PEG-6000, houve uma redução no vigor e na germinação das sementes de milho super doce independente do bioestimulante utilizado. A redução na germinação das sementes sob estresse hídrico se deve a redução na disponibilidade de água necessária à ativação e manutenção do metabolismo das sementes (Bewley et al., 2013).

Nota-se que, assim como no teste de germinação, nas condições de teste frio, as sementes da cultivar BRS Vivi apresentaram menor desempenho que as sementes da cultivar Tropical Plus, independente do tratamento utilizado. Nerling et al., (2014) estudando variedades de milho observou diferença no vigor pelo teste de frio, em que algumas variedades foram mais sensíveis e conseqüentemente resultaram em menor percentual de germinação.

4 CONCLUSÕES

Existe efeito positivo do uso de bioestimulantes quando em condições adversas, como déficit hídrico e altas temperaturas.

O uso do bioestimulante Booster afeta positivamente a germinação e o vigor de sementes de milho super doce.

As cultivares de milho super doce BRS Vivi e Tropical Plus, respondem de maneiras distintas ao uso de bioestimulantes.

AGRADECIMENTOS

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes) e à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG) pelo apoio financeiro e concessão de bolsas.

REFERÊNCIAS

- ÁVILA, M. R.; BRACCINI, A. D. L.; SCAPIM, C. A.; FAGLIARI, J. R.; SANTOS, J. D. Influência do estresse hídrico simulado com manitol na germinação de sementes e crescimento de plântulas de canola. *Revista Brasileira de Sementes*, v. 29, p. 98-106, 2007. http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S010131222007000100014&script=sci_abstract&tlng=pt.
- BERGAMASCHI, H.; DALMAGO, G. A.; BERGONCI, J. I.; BIANCHI, C. A. M.; MÜLLER, A. G.; COMIRAN, F.; HECKLER, B. M. M. Distribuição hídrica no período crítico do milho e produção de grãos. *Brasília: Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.39, p.831-839, 2004. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-204X2004000900001>.
- BEWLEY, J. D.; BRADFORD, K.; HILHORST, H. *Seeds: Physiology of development, germination and dormancy*. 3.ed. New York: Springer, 2013.
- DA SILVA CARVALHO, J. N.; BEZERRA, J. A., REIS, D. S.; GUIMARÃES, C. C., DOS ANJOS SANTOS, Í. E. Simulação do efeito da variação da temperatura ambiente na germinação de variedades de milho. *Jornal of Environmental Analysis and Progress*, v. 2, n. 3, p. 266- 273, 2017. <http://www.journals.ufrpe.br/index.php/JEAP/article/view/1459>.
- CASTRO, P. R. C.; VIEIRA, E. L. Aplicações de reguladores vegetais na agricultura tropical. Guaíba: Agropecuária, 2001. <https://isla.com.br/produto/Livro:-Aplica%C3%A7%C3%B5es-de-Reguladores-Vegetais-na-Agricultura-Tropical/6314>
- DOURADO NETO, D. D.; DARIO, G. J. A., BARBIERI, A. P. P.; MARTIN, T. N. Ação de bioestimulante no desempenho agrônomo de milho e feijão. *Bioscience Journal*, Uberlândia, v. 30, n. 1, p. 371-379, 2014. <http://www.seer.ufu.br/index.php/biosciencejournal/article/view/18110>.
- FERREIRA, D. F. Sisvar: a Guide for its Bootstrap procedures in multiple comparisons. *Ciência. agrotecnologia*. v.38, n.2, 2014. <http://dx.doi.org/10.1590/S1413-70542014000200001>.
- FERREIRA, L. A.; OLIVEIRA, J. A.; VON PINHO, E. V. R.; QUEIROZ, D. L. Bioestimulante e fertilizante associados ao tratamento de sementes de milho. *Revista Brasileira de Sementes*, Brasília, DF, v. 29, n. 2, p. 80-89, 2007. http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S010131222007000200011&script=sci_abstract&tlng=pt.
- LIMA, L. D. M.; MENESES, C. H. S. G.; LIMA, M. D. A.; PEREIRA, W. E., FERNANDES, P. D.; BRUNO, R., VIDAL, M. S. Atributos fisiológicos de sementes de algodoeiro submetidas a estresse salino. *Revista Brasileira de Oleginosas e Fibras*, v. 11, p. 173-184, 2007. <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/handle/doc/626652>.
- MACIEL, G. M.; BERENGUER, A. F.; DA SILVA, E. C.; JUNIOR, E. F. F.; ROCHA, D. K., DA ROCHA, J. P. R. Estresse hídrico induzido por manitol para seleção de genótipos de tomateiro. *Revista de Ciências Agrárias Amazonian Journal of Agricultural and Environmental Sciences*, v. 60, p. 315-321, 2017. <http://periodicos.ufra.edu.br/index.php/ajaes/article/view/2482>.

MAGUIRE, J. D. Seed of germination and relation evaluation for seedling emergence vigor. *Crop Science*, Madison, v. 2, p. 176-177, 1962. <https://dl.sciencesocieties.org/publications/cs/abstracts/22/4/CS0220040766>.

MORALES, R. G.; RESENDE, L. V.; MALUF, W. R., PERES, L. E.; BORDINI, I. C. Selection of tomato plant families using characters related to water deficit resistance. *Horticultura Brasileira*, Brasília, DF, v. 33, p. 27-33, 2015. http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0102-05362015000100027&script=sci_abstract.

MORTELE, L.M.; SANTOS, R. F., SCAPIM, C. A.; BRACCINI, A.L., BONATO, C. M.; CONRADO, T. efeito de Biorregulador na Germinação e no vigor de Sementes de Soja. *Revista Ceres*, Vicoça, v.58, n.5, p. 651- 660, 2011.

NASCIMENTO, W. M.; PESSOA, H. B. S.; BOITEUX, L. S. Qualidade fisiológica de sementes de milho doce submetidas a diferentes processos de colheita debulha e beneficiamento. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v. 29, p. 1211-1214, 1994. <https://seer.sct.embrapa.br/index.php/pab/article/view/4166>.

NERLING, D.; COELHO, C. M. M.; MAZURKIÉVICZ, J.; & NODARI, R. O. Qualidade física e fisiológica de sementes de milho durante o beneficiamento. *Revista de Ciências Agroveterinárias*, v. 13, p. 238-246, 2015. http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S010131222002000100014&script=sci_abstract&tlng=pt.

NICCHIO, B., BOER, C. A.; SIQUEIRA¹, T. P.; & CAROLINA, A. Ácido húmico e bioativador no tratamento de sementes de milho. *Journal of Agronomic Sciences*, Umuarama, v. 2, n. 2, p. 61-73, 2013. https://www.academia.edu/35905977/%C3%81CIDO_H%C3%9AMICO_E_BIOATIVADOR_NO_TRATAMENTO_DE_SEMENTES_DE_MILHO.

SCALON, S. P. Q.; LIMA, A. A.; SCALON FILHO, H.; VIEIRA, M. C. Germinação de sementes e crescimento inicial de mudas de *Campomanesia adamantium* Camb.: Efeito da lavagem, temperatura e de bioestimulantes. *Revista Brasileira de Sementes*, Brasília, DF, v. 31, n. 2, p. 96-103, 2009. <http://www.scielo.br/pdf/rbs/v31n2/v31n2a11>.

SANTOS, L. P.; BARBACENA, D. R.; GONSALVES, R. C.; NASCIMENTO, C. A. C.; CARVALHO, F.L.C.; FRANÇA, L.C.; CARVALHEIRO, G.; Aplicação de Bioestimulantes e Complexo de Nutrientes no Tratamento de Sementes de Soja. *Revista Agri – Environmental Sciences*, Palmas TO, v. 6, 2020.

SILVA, A. M. P.; OLIVEIRA, G. P.; NERES, D. C. C.; Germinação e Vigor de Sementes de soja Submetidas ao Tratamentos com Substancias Bioativas. *Caderno de Publicação Univag*, n.8, 2018. <https://www.periodicos.univag.com.br/index.php/caderno/article/view/795>.

TAIZ, E.; ZEIGER, L. *Fisiologia Vegetal*. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2009.

TAIZ, E.; ZEIGER, L. *Fisiologia Vegetal*. 5. ed. Porto Alegre: Artmed, 2013.