

## Scientific Electronic Archives

Issue ID: Sci. Elec. Arch. Vol. 13 (2)

February 2020

DOI: <http://dx.doi.org/10.36560/1322020818>

Article link

<http://www.seasinop.com.br/revista/index.php?journal=SEA&page=article&op=view&path%5B%5D=818&path%5B%5D=pdf>

Included in DOAJ, AGRIS, Latindex, Journal TOCs, CORE, Discoursio Open Science, Science Gate, GFAR, CIARDRING, Academic Journals Database and NTHRYS Technologies, Portal de Periódicos CAPES.



# Desenvolvimento inicial de milho com uso de bioestimulante sob diferentes temperaturas

## Initial development of millet with use of biostimulant under different temperatures

P. R. Diesel, V. N. Silva

Universidade Federal da Fronteira Sul

Author for correspondence: [vanessaneumann83@gmail.com](mailto:vanessaneumann83@gmail.com)

**Resumo:** O milho é uma importante gramínea de verão utilizada como forragem devido as suas boas características bromatológicas e fácil adaptação às condições ambientais brasileiras, porém, ao semear a cultura de forma antecipada na região sul, pode ocorrer situações em que as baixas temperaturas afetem a germinação e desenvolvimento inicial das plântulas. Dessa forma, o presente trabalho teve por objetivo avaliar a germinação e desenvolvimento inicial de milho fazendo uso do bioestimulante Biozyme TF® como forma de atenuar os efeitos de diferentes temperaturas. O delineamento do experimento foi inteiramente casualizado, em esquema fatorial 3 x 5 (temperaturas x doses) com quatro repetições cada. As temperaturas empregadas foram 15°C, 20°C e 25°C e as doses utilizadas foram: 0 (controle); 0,25; 0,5; 0,75 e 1 ml kg<sup>-1</sup>. Após o tratamento, as sementes foram avaliadas quanto: germinação, índice de velocidade de germinação, comprimento de parte aérea e raiz e acúmulo de matéria seca das plântulas. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância por meio do programa Sisvar® e quando constatado significância realizou-se à análise de regressão. A germinação de sementes de milho é favorecida, em condição de estresse por baixa temperatura, com tratamento de sementes na dose de 0,50 ml kg<sup>-1</sup> de bioestimulante. O bioestimulante não influencia a velocidade de germinação das sementes de milho. Sob condição de estresse térmico por baixa temperatura, o bioestimulante eleva minimamente o comprimento e acúmulo de massa seca de parte aérea de plântulas de milho e atenua os efeitos negativos sobre o crescimento de raízes. O acúmulo de massa seca das raízes diminuiu com aumento da dose do bioestimulante em condição de estresse térmico.

**Palavras-chave:** *Pennisetum americanum*. Tratamento de sementes. Hormônios vegetais.

**Abstract:** Millet is an important summer grass used as forage grass due to good bromatological characteristics and easy adaptation to Brazilian environmental conditions. However, when sowing the crop early in the southern region, situations may occur where low temperatures affect germination and seedling development. Thus, the present work had the objective of evaluating the germination and initial development of millet using Biozyme TF® biostimulant as a way to attenuate the effects of different temperatures. The experimental design was completely randomized, in a factorial scheme 3 x 5 (temperatures x doses) with four replicates each. The temperatures used were 15 °C, 20 °C and 25 °C and the doses used were: 0 (control); 0.25; 0.5; 0.75 and 1 ml kg<sup>-1</sup>. After the treatment, the seeds were evaluated by: germination test, germination speed index, shoot and root length and seedling dry mass. The data obtained were submitted to analysis of variance with Sisvar® software and, when found significant, the regression analysis was performed. The germination of millet seeds is favored, under low temperature stress conditions, with seed treatment at the dose of 0.50 ml kg<sup>-1</sup> of biostimulant. The biostimulant does not influence millet germination speed index. Under low temperature thermal stress the biostimulant minimally increases the length and dry mass accumulation of millet seedlings and attenuates the negative effects on root growth. The accumulation of dry mass of the roots decreased with increasing dose of the biostimulant under thermal stress condition.

**Keywords:** *Pennisetum americanum*. Seed treatment. Plant hormones.

### Introdução

No Brasil as principais plantas utilizadas para o pastejo são espécies pertencentes à família das gramíneas, mais precisamente gramíneas de

verão perenes e/ou anuais; dentre as gramíneas anuais de verão se destacam o milho (*Pennisetum americanum*), o sorgo forrageiro (*Sorghum bicolor*) e

o capim-sudão (*Sorghum sudanens*) (FONTANELI, et al. 2009; SANTOS & CORRÊA; 2009).

Assim como as demais culturas, o milho também exige que alguns fatores estejam em níveis satisfatórios para ocorrer à germinação. As espécies em geral necessitam de uma disponibilidade de água, oxigênio, temperatura adequada e ausência de substâncias inibidoras, fatores esses quando desbalanceados afetam diretamente o processo de germinação (MARCOS FILHO, 2015; TAIZ & ZEIGER, 2009). Para o milho em específico, desses três fatores, a temperatura e a água são os elementos que mais interferem na germinação das sementes; a cultura tende a ser prejudicada quando as sementes são expostas para germinarem em temperaturas inferiores a 20°C (SALTON & KICHEL, 1997).

De acordo com Marcos Filho (2015) a relação entre alternância de temperatura e efeito na germinação não é bem conhecida, mas acredita-se que ocorre um desbalanceamento hormonal nas sementes, ou seja, ao diminuir a temperatura tem-se um aumento na síntese de inibidores de germinação e diminuição dos promotores, isso ocorre inversamente em temperaturas maiores.

Se levar-se em consideração que ao diminuir a temperatura ocorrerá uma diminuição na concentração de compostos promotores de crescimento, o uso de hormônios, promotores de germinação, poderia suprir essa demanda por meio do tratamento das sementes. Os hormônios ou biorreguladores utilizados para esse fim quando misturados com outros compostos e/ou com outros hormônios são conhecidos como bioestimulantes, os quais possuem a capacidade (mesmo em pequenas concentrações) de promover, inibir ou modificar processos fisiológicos e morfológicos nas plantas, apresentando em sua composição: auxinas, citocininas, giberelinas, etileno, inibidores e retardadores de crescimento (MORZELLE et al., 2017).

Sucintamente os hormônios vegetais desempenham cada qual uma função específica em diferentes fases fenológicas e processos fisiológicos das plantas. Na germinação, as auxinas apresentam função de alongar as células do embrião recém-formadas e controlam o transporte de giberelina do eixo embrionário para as células do endosperma. De todos, a giberelina é o hormônio mais importante na germinação das sementes, pois é encarregado de estimular a síntese de enzimas como a alfa-amilase, as quais degradam o amido do endosperma e disponibilizam ao embrião, proporcionando seu desenvolvimento. As citocininas podem induzir a germinação de sementes fotossensíveis e promover a divisão celular (FLOSS, 2006).

Em função da escassez de trabalhos utilizando bioestimulantes como promotores de germinação não se tem claro o que realmente esses produtos podem nos oferecer quanto à qualidade fisiológica das plantas e aumento da produtividade

das culturas, pois constantemente são lançados no mercado novos produtos com diferentes formulações e indicações que necessitariam ser testados previamente para posteriormente serem recomendados aos agricultores (FERREIRA et al., 2007; MORZELLE et al., 2017).

Dessa forma, o presente trabalho tem por objetivo avaliar a germinação e desenvolvimento inicial de milho (*Pennisetum americanum*) fazendo uso de bioestimulante em diferentes temperaturas.

## Métodos

O experimento foi conduzido nos meses de novembro de 2017 a março de 2018, no laboratório de Sementes e Grãos da Universidade Federal da Fronteira Sul, campus Chapecó. Utilizou-se sementes de milho da cultivar ADRF 6010 Valente® e o bioestimulante Biozyme TF® em três diferentes temperaturas: 15°C, 20°C e 25°C. O bioestimulante usado possui 83 ppm de Zeatina (citocinina), 32 ppm de Ácido Indol Acético (auxina), 32 ppm de giberelina, macro e micronutrientes em sua composição (ARYSTA, 2018).

O delineamento utilizado no experimento foi inteiramente casualizado, em esquema fatorial 3 x 5 (temperaturas x doses) com quatro repetições cada. Os tratamentos utilizados foram: 100%, 75%, 50%, 25% e 0 (testemunha) da dose recomendada para a cultura do trigo (100 ml do produto para 100 kg de sementes); por não haver recomendação específica para milho, optou-se utilizar como referência a dose para trigo, por ser uma espécie da mesma família botânica do milho.

Para o tratamento de sementes utilizou-se 6 gramas por repetição, e foi realizado da seguinte forma: cada amostra foi distribuída em sacos plásticos, e recebeu 10 ml de calda preparada com dosagem diferente do produto. Após realizado o agitação e distribuição da calda, as sementes foram colocadas em recipientes plásticos, sobre a bancada do laboratório, em temperatura ambiente, para secagem. Após, as sementes foram submetidas ao teste de germinação de acordo com metodologia adaptada de Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009), descrito a seguir: quatro repetições com 50 sementes por tratamento foram distribuídas sobre duas folhas de papel germitest, em caixas plásticas (110 x 110 x 35 mm), umedecidas com água destilada, com quantidade equivalente a 2,5 vezes a massa do papel seco, colocadas em câmara de germinação a 15°C, 20°C e 25°C. As avaliações de germinação se deram aos três e sete dias após a semeadura (DAS); de acordo com os critérios estabelecidos nas Regras para Análises de Sementes (BRASIL, 2009).

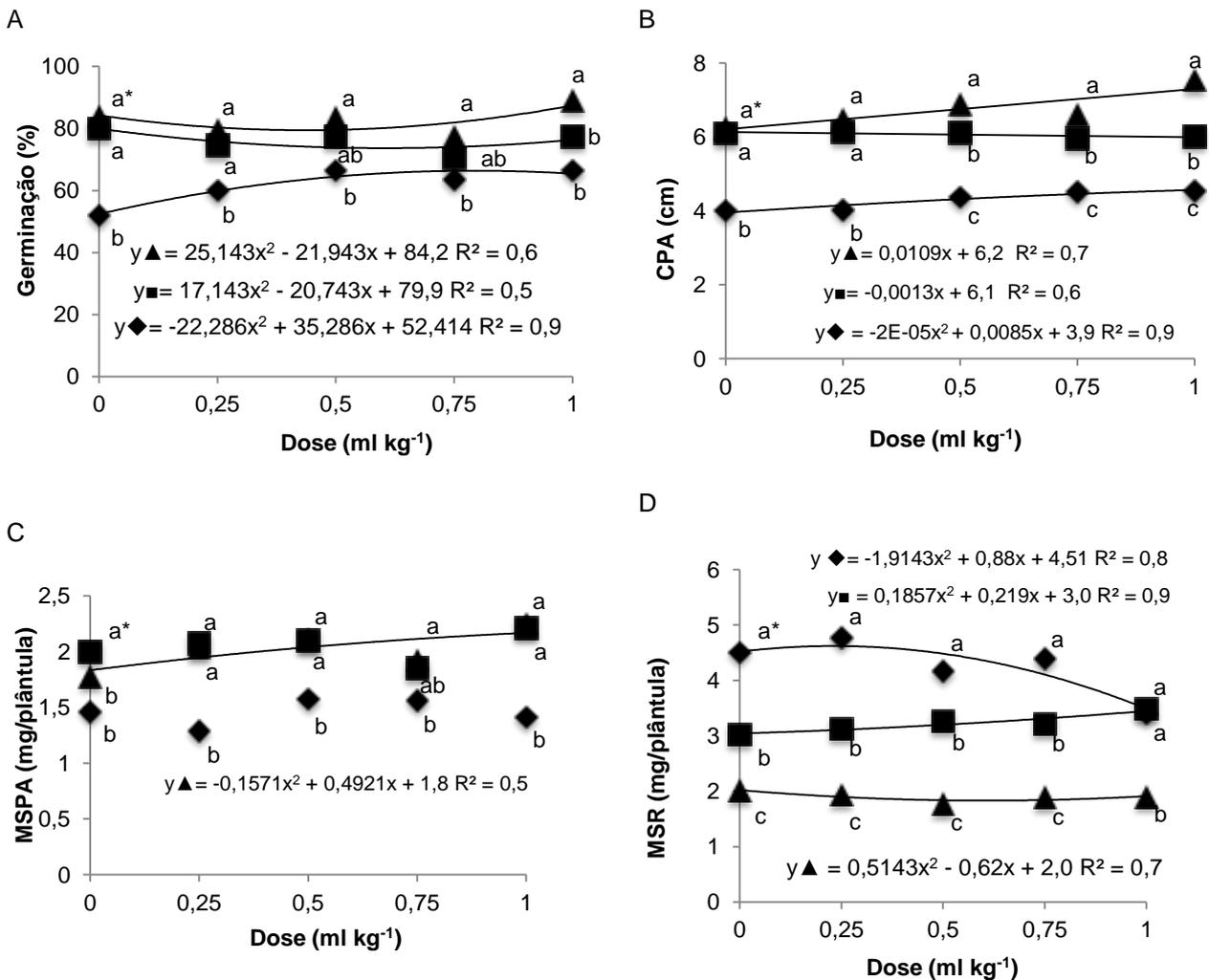
As avaliações de velocidade de germinação foram realizadas durante o teste de germinação, contabilizando-se diariamente o número de sementes com protrusão radicular, calculando-se o índice de acordo com fórmula proposta por Maguire (1962). As avaliações de comprimento de parte aérea e raiz das plântulas foram realizadas

conforme a metodologia de Nakagawa (1999), da seguinte forma: retirou-se ao acaso, 20 plântulas normais de cada repetição, do teste de germinação, aos sete DAS; essas plântulas passaram por uma medição, feita manualmente, com régua graduada, obtendo-se o valor médio de comprimento de raiz e de parte aérea de plântula em cm. As avaliações de massa seca de parte aérea e de raiz realizaram-se posteriormente a medição do comprimento das plântulas; a parte aérea e as raízes de plântulas foram separadas com uma tesoura, e posteriormente colocadas em envelopes de papel Kraft e secas a 80°C durante 24 horas em estufa de circulação de ar forçada para ao final da secagem serem pesadas em balança analítica. O valor obtido para cada repetição foi dividido pelo número de plântulas utilizadas, expressando-se os resultados em gramas por plântula (NAKAGAWA, 1999).

Após o término de condução e avaliação experimental, os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e de Regressão, no programa estatístico SISVAR®.

### Resultados e discussão

Os valores médios de germinação de milho em três temperaturas, de sementes tratadas com diferentes doses de Biozyme TF®, podem ser visualizados na Figura 1A. A porcentagem de germinação teve um pequeno acréscimo a 15°C com o aumento da dose de bioestimulante tendo resultados inferiores às temperaturas de 20°C e 25°C até 25% da dose utilizada, porém, a partir da dose 0,5 ml kg<sup>-1</sup>, observou-se que as temperaturas de 15°C e 20°C apresentam similaridade estatística.



**Figura 1.** Valores médios de germinação (A), comprimento de parte aérea de plântulas (B), massa seca de parte aérea (C) e de raízes (D) de plântulas de milho, nas temperaturas de 15°C (◆), 20°C (■) e 25°C (▲), obtidas de sementes de milho tratadas com diferentes doses de bioestimulante. \*Letras iguais na vertical não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade para o fator temperatura.

A porcentagem de germinação na temperatura de 25°C, em todas as doses apresentou superioridade numérica, porém não

diferindo estatisticamente, da temperatura de 20°C; ao usar 1 ml kg<sup>-1</sup> do bioestimulante (100% da dose recomendada pelo fabricante) a germinação na

temperatura de 25°C foi superior a 20°C e 15°C. De acordo com Carvalho et al. (2015) temperaturas baixas tendem a causar decréscimo nas reações bioquímicas no processo de germinação, pois para cada fase de desenvolvimento da planta tem-se uma faixa ótima de temperatura; para melhor germinação de sementes de milho a temperatura adequada é aquela situada acima dos 20°C e por isso que temperatura mais elevada no experimento proporcionou maior porcentagem de germinação.

De acordo com Ong & Monteith (1985) a taxa de germinação do milho cv. BK 540 aumentou linearmente de acordo com o aumento da temperatura até decair a zero em 45-47°C, ao não tratar as sementes com Biozyme TF® e utilizando a menor dosagem do produto, foi possível encontrar resultados semelhantes; em temperatura baixa (15°C) houve menor porcentagem de germinação quando comparado às outras temperaturas.

A máxima eficiência do produto a 15°C foi possível com a dose de 0,79 ml kg<sup>-1</sup> a qual proporcionou maiores porcentagens de germinação; no caso da temperatura de 20°C obteve-se melhor germinação utilizando 0,60 ml kg<sup>-1</sup> de produto, e para a temperatura de 25°C a máxima eficiência do produto para o parâmetro germinação foi com a dose de 0,43 ml kg<sup>-1</sup>. Esses resultados permitem inferir que quanto mais baixa a temperatura maior foi a quantidade requerida de bioestimulante pelas sementes para germinarem.

Conforme Taiz & Zeiger (2009) a produção de ácido abscísico (ABA) nas plantas varia em função do desenvolvimento das plantas e por condições ambientais, os autores citam que o aumento da concentração de ABA pode ser motivado em resposta ao estresse por frio, salinidade e/ou déficit hídrico. Uma das causas da menor porcentagem de germinação a 15°C nas doses 0 e 0,25 ml kg<sup>-1</sup> em comparação as demais temperaturas, supostamente pode ter sido ocasionada pelo aumento das concentrações de ácido abscísico nas sementes, hormônio antagônico ao processo de germinação; ao aumentar a dose do bioestimulante possivelmente houve reestabelecimento do balanço hormonal entre inibidores e promotores de germinação resultando em uma similaridade de resultados com a temperatura de 20°C.

Subbiah e Reddy (2010) verificaram ação de citocininas na promoção da germinação de sementes de *Arabidopsis* e que há interação entre etileno, ABA citocininas no controle da germinação de sementes e no desenvolvimento precoce de plântulas de *Arabidopsis*. A maior concentração de citocininas em 100% da dose, nas temperaturas de 15°C e 25°C, pode ter proporcionado maior ação das giberelinas, o que induziu os processos enzimáticos, favorecendo uma maior porcentagem de germinação em relação às demais dosagens.

No tratamento controle (0% de bioestimulante) a porcentagem de germinação não variou estatisticamente entre as temperaturas de

20°C e 25°C, porém, as mesmas foram superiores estatisticamente a temperatura de 15°C. Resultados semelhantes foram encontrados por Radhouane (2011) ao avaliar seis genótipos de milho em diferentes temperaturas, a autora mostrou que a porcentagem de germinação ótima foi a 25°C e as sementes continuaram germinando adequadamente em uma faixa de temperatura de 20-35°C ressaltando a flexibilidade do milho quanto à germinação em diferentes condições térmicas, mas que em baixas temperaturas a espécie não teve boa adaptação. Ao tratar sementes de trigo em temperatura ideal com fitohormônios utilizando uma concentração de 4 ml kg<sup>-1</sup> Georgin et al. (2014) não observaram diferença significativa entre a aplicação e não aplicação do produto, com diferença de apenas 2% de germinação quanto a aplicação/não aplicação.

No caso desse experimento a diferença no percentual de germinação foi de 5% na temperatura ideal (25°C), já em temperatura sob estresse (15°C), quando o efeito do bioestimulante foi mais acentuado, a diferença da aplicação para a não aplicação de bioestimulante passou para 14,5%. Mortele et al. (2008) ao tratar sementes de soja com bioestimulantes e nutrientes também observaram que os efeitos da aplicação foram mais significativos quando submetem as plantas a condições de estresse.

Conforme Marcos Filho (2015) quando as sementes são expostas a temperaturas adversas ou mesmo em situações de alternância de temperatura, tende a ocorrer um desbalanço hormonal nas mesmas, proporcionando maior ação de inibidores de germinação do que dos hormônios promotores. No experimento possivelmente as sementes passaram por um desequilíbrio hormonal e isso impactou primeiramente na germinação e posteriormente no crescimento da parte aérea das plântulas, porém, ao aumentar as doses de bioestimulante em 15°C obteve-se concomitantemente um acréscimo no comprimento da parte aérea das plântulas (CPA), podendo estar relacionado com a recuperação (mesmo que pequena) do balanço hormonal (Figura 1B).

Similar ao comportamento obtido em 15°C, na temperatura de 25°C também aumentou o CPA conforme aumentou a dose de Biozyme TF® (Figura 1B). Resultados semelhantes foram encontrados por Brennecke et al. (2015) ao tratar sementes de *Brachiaria decumbens* com diferentes doses de Stimulate® observaram incremento no comprimento da parte aérea das plântulas, conforme aumentou as dosagens do biorregulador, chegando ao valor máximo de CPA quando se utilizou a maior dose do produto. Ao tratar sementes de alfafa com diferentes doses de bioestimulante, Soares et al. (2012) observaram aumento no comprimento da parte aérea das plântulas com o uso do produto e relatam que o bioestimulante pode ter influenciado positivamente nas reações metabólicas.

Diferente das temperaturas de 15°C e 25°C, em 20°C não foi possível observar aumento no comprimento da parte aérea com elevação da dose de bioestimulante. Carvalho et al. (2015) observando o desempenho de milho ao tratamento de sementes com Stimulate® constataram que ao aumentar a dose do fitohormônio diminuiu-se o potencial fisiológico da semente do híbrido 2A106.

Assim como na variável germinação, o comprimento de parte aérea de plântula de milho não diferiu nas temperaturas de 20 e 25°C ao não se utilizar o bioestimulante e foram estatisticamente superiores à temperatura de 15°C. Segundo Ong & Monteith (1985) o crescimento do milho pode ser retardado quando a temperatura é muito alta ou muito baixa; os resultados encontrados quanto a temperatura de 15°C evidenciam essa teoria, em que plântulas de milho em temperatura crítica apresentaram em média 2 centímetros a menos de comprimento da parte aérea por plântula que nas temperaturas consideradas adequadas (20°C e 25°C).

Ao observar-se a Figura 1B percebe-se que até a dose 0,25 ml kg<sup>-1</sup> as temperaturas de 20°C e 25°C tiveram comprimento de parte aérea parecidos, mas a partir dessa dose a temperatura de 25°C apresentou superioridade sobre as demais. Segundo Taiz & Zeiger (2009) as auxinas são consideradas hormônios promotores de crescimento nas plantas, e sua biossíntese se encontra associada aos tecidos com rápida divisão celular, principalmente em meristemas apicais de caules e folhas jovens; isso explica porque o comprimento de parte aérea das plântulas de milho na dose 1 ml kg<sup>-1</sup> foi maior que sem a utilização de bioestimulante em 15°C e 25°C; provavelmente houve uma relação direta entre o aumento das concentrações do bioestimulante e de auxinas nos meristemas apicais das folhas recém-formadas, favorecendo maior divisão e alongamento celular, gerando maiores valores de comprimento de parte aérea de plântulas em comparação a não utilização de Biozyme TF®.

Grohs et al. (2016) ao submeter sementes de arroz a baixa temperatura e avaliar a influência do ácido giberélico, tiametoxam e fitohormônio sobre o cereal, observaram que o ácido giberélico teve maior influência sobre o crescimento da parte aérea que no sistema radicular, devido ao hormônio aumentar a plasticidade da parede celular e promover a hidrólise de açúcares, reduzindo o potencial hídrico da planta, aumentando por consequência a entrada de água e o resultado desse processo todo foi aumento no crescimento das plântulas, especialmente o mesocótilo (LEE et al., 2012). Essa atenuação dos efeitos do estresse térmico foi visualizada também na cultura do milho, pois ao elevar as doses de bioestimulante, por consequência houve um aumento nas concentrações de giberelina, gerando concomitantemente em um aumento no comprimento da parte aérea das plântulas.

Quanto à massa seca de parte aérea de plântulas (MSPA) de milho observa-se que nas temperaturas de 20°C e 25°C houve semelhança nos resultados em quatro das cinco doses utilizadas de bioestimulante (Figura 1C); apenas quando não se utilizou Biozyme TF® é que a temperatura de 20°C foi superior a 15°C e 25°C. O desempenho superior no acúmulo de massa seca de parte aérea de plântulas nas temperaturas de 20 e 25°C em relação à de 15°C foi facilmente identificada na análise realizada; só foi possível ter resultados similares nas temperaturas de 15°C e 20°C quando se fez uso da dose de 0,75 ml kg<sup>-1</sup> do bioestimulante.

Segundo Poorter et al. (2012) baixas temperaturas diminuem a fração de biomassa acumulada em caules e folhas e aumentam nas raízes. Conforme Xie et al. (2016), de acordo com a teoria de partição de assimilados, as plantas devem alocar seus recursos para aumentar a obtenção daquele que é mais limitante; em baixas temperaturas os níveis de absorção de água diminuem, o que propicia um direcionamento de compostos para formação de raízes, a fim de aumentar a eficiência nesse processo, em detrimento do crescimento da parte aérea (POORTER et al., 2012; LAMBERS et al., 2008).

No caso das temperaturas de 20 e 25°C os maiores valores de massa seca de parte aérea foram no tratamento com 100% da dose. Resultado semelhante foi encontrado por Cato (2006) na cultura do sorgo e por Georgin et al. (2014) na cultura do trigo.

Quanto a massa seca das raízes observa-se que na temperatura de 15°C houve superioridade na variável em relação às outras temperaturas até a dose de 0,75 ml kg<sup>-1</sup>, já na dose de 1 ml kg<sup>-1</sup> foi estatisticamente igual à temperatura de 20°C. Avaliando a tolerância à temperatura de milho e milho em estágio inicial de desenvolvimento, Ashraf & Hafeez (2004) notaram que a massa seca das raízes de milho diminuiu com aumento da temperatura, já no milho isso não foi observado. Para temperaturas baixas como 15°C, usada nesse experimento, não se tem claro ainda até onde vai o limite de crescimento e peso das raízes quando secas, mas permitem observar que a variável aumentou seu valor à medida que a temperatura foi decaindo. Xie et al. (2016) explicam que em temperaturas críticas alguns órgãos podem ser afetados, para diminuir os efeitos do estresse térmico os vegetais realocam seus assimilados para a parte da plântula afetada; o maior peso de massa seca das raízes em 15°C em relação às demais temperaturas pode estar relacionada a essa realocação de assimilados para a parte mais afetada, nesse caso foram as raízes.

Utilizando o mesmo bioestimulante dessa pesquisa, na cultura do girassol, Junqueira et al. (2017) observaram relação direta entre o aumento da massa seca de plântulas e da dose do produto, semelhante ao resultado encontrado na temperatura

de 20°C. O incremento de massa seca das raízes deve-se a presença de giberelinas que participam ativamente do crescimento das células radiculares (KERBAUY, 2004) e segundo McDonald & Khan (1983), estes hormônios influenciam o metabolismo proteico, aumentando a taxa de síntese de proteínas nas sementes.

Os valores de índice de velocidade de germinação (IVG) assim como o comprimento radicular das plântulas de milho estão expostos na Tabela 1. As médias obtidas no índice de velocidade de germinação não diferiram estatisticamente entre as três temperaturas, entre as doses de bioestimulante e na interação entre os fatores, porém, é possível observar aumento no valor a partir da elevação da temperatura (Tabela 1); resultado semelhante foi encontrado por Zobot et al. (2008) na cultura do feijão. Segundo Carvalho et al. (2015) ao diminuir a temperatura ocorrerá uma

diminuição na velocidade de quebra dos polissacarídeos de reserva e aproveitamento dos mesmos pelo embrião, resultado que irá refletir em uma menor velocidade de germinação.

Garcia et al. (1982) avaliando a germinação de milho em temperaturas variando de 12°C a 47°C, observaram que a taxa de germinação aumentou linearmente a partir da menor temperatura até um ótimo definido, decaindo a zero na máxima temperatura. Apesar de não ter sido observada diferença significativa entre as temperaturas testadas, o IVG também aumentou com a temperatura. Silva et al. (2008) avaliando o efeito de bioestimulantes em tratamento de sementes de milho, concluíram que não houve melhoria na qualidade de sementes e que sob condições de estresses a utilização dos bioestimulantes Stimulate®+Cellerate® e Cellerate® reduziu a qualidade fisiológica de sementes.

**Tabela 1.** Valores médios de índice de velocidade de germinação (IVG) e comprimento de raízes (CR) de plântulas de milho, sob diferentes temperaturas, obtidas de sementes tratadas com diferentes doses de bioestimulante.

| Temperatura | Doses (ml kg <sup>-1</sup> ) |        |        |       |       | Média |
|-------------|------------------------------|--------|--------|-------|-------|-------|
|             | 0                            | 0,25   | 0,50   | 0,75  | 1     |       |
| IVG         |                              |        |        |       |       |       |
| 15          | 50,91 <sup>NS</sup>          | 50,11  | 51,16  | 50,65 | 54,08 | 50,78 |
| 20          | 51,59                        | 50,07  | 51,09  | 51,55 | 51,09 | 51,08 |
| 25          | 53,04                        | 50,91  | 53,19  | 49,99 | 52,37 | 51,90 |
| CR (cm)     |                              |        |        |       |       |       |
| 15          | 6,72b*                       | 6,07b  | 6,95b  | 6,99a | 6,60b | 6,67  |
| 20          | 9,45a                        | 8,58a  | 8,86a  | 8,70a | 8,11b | 8,74  |
| 25          | 9,22a                        | 7,65ba | 8,32ba | 7,97a | 9,99a | 8,63  |

NS: não significativo a 5% de probabilidade pelo teste F. \*Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Os valores médios de comprimento de raízes de plântulas diferiram apenas para o fator temperatura. No tratamento testemunha as temperaturas de 20°C e 25°C propiciaram plântulas com maiores comprimentos de raízes e foram estatisticamente superiores a 15°C (Tabela 1); nas doses de 0,25 e 0,50 ml kg<sup>-1</sup> observou-se apenas maior crescimento das raízes na temperatura de 20°C comparativamente a 15°C; já na dose de 0,75 não houve diferença entre as temperaturas e na maior dose (1 ml kg<sup>-1</sup>) o crescimento foi superior em 25°C em relação as demais temperaturas; sendo assim, percebe-se que em apenas na dose de 0,75 ml kg<sup>-1</sup> o crescimento de raízes em situação de estresse por baixa temperatura se igualou as condições ideais.

Bahry et al. (2007) avaliando diferentes lotes de sementes de milho obtiveram comprimento de raiz variando de 4 a 13 centímetros; os valores médios de CR das plântulas desse experimento não oscilaram tanto entre os tratamentos, tendo valores entre 6 a 9 centímetros.

Ao avaliar comprimento de raiz de milho em diferentes temperaturas Garcia et al. (1982)

encontraram em 30°C o melhor resultado. Dwi et al. (1997) ao submeter sementes de milho a 15, 20, 25 e 30°C observaram que o comprimento do sistema radicular foi decaindo à medida que se baixou a temperatura, não havendo diferença significativa nas temperaturas de 25 e 30°C, porém, sendo superiores a 20°C e 15°C. Ambos os experimentos mostraram diferença significativa entre as temperaturas testadas no comprimento de raiz de milho, diferença essa constatada também nesse experimento.

Segundo Taiz & Zeiger (2013) o balanço ideal de hormônios nos diferentes órgãos das plantas é bastante variado, onde uma determinada concentração de hormônio pode favorecer o crescimento de um órgão e inibir o desenvolvimento de outro. Como na variável parte aérea de plântulas de milho obteve-se diferença significativa e no comprimento das raízes isso não foi possível, podemos atrelar esses resultados ao balanço hormonal, ou seja, nas diferentes temperaturas o balanço hormonal favoreceu o desenvolvimento da parte superior e não influenciou o comprimento das raízes.

## Conclusão

A germinação de sementes de milho é favorecida, em condição de estresse por baixa temperatura, com tratamento de sementes na dose de 0,50 ml kg<sup>-1</sup> de bioestimulante. O bioestimulante não influencia a velocidade de germinação das sementes de milho. Sob condição de estresse térmico por baixa temperatura, o bioestimulante eleva minimamente o comprimento e acúmulo de massa seca de parte aérea de plântulas de milho e atenua os efeitos negativos sobre o crescimento de raízes. O acúmulo de massa seca das raízes sob condição de estresse térmico diminuiu com a elevação da dose de bioestimulante.

## Referências

- ARYSTA. Fisoativador Biozyme. 2018. <http://arysta.com.br/produto/biozyme>.
- BAHRY, C. A. et al. Avaliação da qualidade fisiológica e sanitária de sementes de milho. Revista da FZVA, v.14, n.1, p. 25-35, 2007.
- BRASIL. MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. Regras para análise de sementes. Brasília: MAPA/ACS. 2009.392p.
- BRENNECKE, K. et al. Germinação de sementes de *Brachiaria decumbens* sob diferentes concentrações de biorregulador. Revista Acadêmica: Ciência Animal, v. 13, p.145-151, 2015..
- CARVALHO, I R et al. Efeitos fisiológicos atribuídos ao teste de frio e adição de reguladores vegetais em híbridos de milho. Scientia Plena, v. 11, n. 3, p.1-9, 2015.
- FERREIRA, L A et al. Bioestimulante e fertilizantes associados ao tratamento de sementes de milho. Revista Brasileira de Sementes, v. 29, n. 2, p.80-89, 2007.
- FLOSS, E. L. Fisiologia das plantas cultivadas. UPF: Passo Fundo, 3º ed., 2006, 75 p.
- FONTANELI, R S et al. Forrageiras para Integração Lavoura-Pecuária-Floresta na região Sul-brasileira. Brasília: Embrapa, 2º ed. 2012. 274 p.
- GEORGIN, J. et al. Desenvolvimento inicial de trigo com uso de fitohormônios, zinco e inoculante no tratamento de sementes. Revista do Centro do Ciências Naturais e Exatas, v. 18, n.4, p.1318-1325, 2014.
- GROHS, M. et al. Attenuation of low-temperature stress in rice seedlings. Pesquisa Agropecuária Tropical, v.46, n.2, p.197-205, 2016.
- JUNQUEIRA, I. A. et al. Ação de biorreguladores na qualidade e fisiologia de sementes e plântulas de girassol. Pesquisa Agropecuária Pernambucana, v. 22, e201713, p.1-5, 2017.
- KERBAUY, G B. Fisiologia vegetal. São Paulo: Guanabara Koogan, 2004. 470 p.
- LAMBERS et al. Plant physiological ecology. New York, NY, USA: Springer. 2008. 571p.
- LEE, H. et al. Mapping and characterization of quantitative trait loci for mesocotyl elongation in rice (*Oryza sativa* L.). Rice, v. 5, n. 13, p. 1-10, 2012.
- MAGUIRE, JD. Speeds of germination-aid selection and evaluation for seedling emergence and vigor. Crop Science, v.2, p. 176-177, 1962.
- MARCOS-FILHO, J. Fisiologia de sementes de plantas cultivadas. 2. ed., Londrina: ABRATES, 660p. 2015.
- McDONALD, M D; KHAN, A A. Acid scarification and protein synthesis during seed germination. Agronomy Journal, v. 2, n. 75, p. 111-114, 1983.
- MORTELE, L. M. et al. Efeito da aplicação de biorregulador no desempenho agrônomico e produtividade da soja. Acta Scientiarum Agronomy, v. 30, n.5, p. 701-709, 2008.
- MORZELLE, M C et al. Agroquímicos estimulantes, extratos vegetais e metabólitos microbianos na agricultura. nº 63, Piracicaba: ESALQ, 2017.
- NAKAGAWA, J. Testes de vigor baseados na avaliação de plântulas. In: Krzyzanowski, F.C.; Vieira, R.D.; França-Neto, J.B. (Ed.). Vigor de sementes: conceitos e testes. p. 2: 1 - 2: 21, 1999.
- ONG, C K; MONTEITH, JL. Response of pearl millet to light and temperature. Field Crops Research, v. 11, p. 141-160, 1985.
- POORTER, H et al. Biomass allocation to leaves, stems and roots: meta-analyses of interspecific variation and environmental control. New Phytologist, v.193, n.1, p.30-50, 2012.
- RADHOUANE, L. Seedling characters at different temperatures in pearl millet (*Pennisetum glaucum* (L.) R. Br.). African Journal of Biotechnology, v. 10, n. 55, p. 11421-11425, 2011.
- SALTON, J C; KICHEL, A N. Milheto: Alternativa para Cobertura de Solo e Alimentação Animal. Dourados: Embrapa, 1998, 8p.
- SANTOS, P. M.; CORRÊA, L. de A. Manejo de pastagens tropicais. São Carlos: Embrapa, 2º ed., 2009, 28p.

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

SUBBIAH, V; REDDY, KJ. Interactions between ethylene, abscisic acid and cytokinin during germination and seedling establishment in *Arabidopsis*. *Journal of Biosciences*, v, 35, n.3, p. 451-45, 2010.

TAIZ, L ; ZEIGER, E. *Fisiologia Vegetal*. Trad. Eliane Romano Santarém. Porto Alegre: Artmed, 4<sup>o</sup> ed. 2009, 819 p.

TAIZ, L; ZEIGER, E. *Fisiologia vegetal*. 3<sup>o</sup> ed. Porto Alegre: Artmed, 2013. 918p.

XIE, X et al. Biomass Allocation of Stoloniferous and Rhizomatous Plant in Response to Resource Availability: A Phylogenetic Meta-Analysis. *Frontiers in Plant Science*, v. 7, article 603, p.1-11, 2016.

ZABOT, L. et al. Temperatura e qualidade fisiológica no crescimento de plântulas de feijoeiro. *Revista Brasileira de Agrociência*, v.14, n 4, p.60-64, 2008.