



UNIVERSIDADE FEDERAL DA FRONTEIRA SUL

CAMPUS CHAPECÓ

AGRONOMIA

PABLO RUDIEL DIESEL

**GERMINAÇÃO E DESENVOLVIMENTO INICIAL DE MILHETO COM USO DE
BIOESTIMULANTE SOB DIFERENTES TEMPERATURAS**

CHAPECÓ

2018

PABLO RUDIEL DIESEL

**GERMINAÇÃO E DESENVOLVIMENTO INICIAL DE MILHETO COM USO DE
BIOESTIMULANTE SOB DIFERENTES TEMPERATURAS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Agronomia da Universidade Federal da Fronteira Sul, como requisito para obtenção do título de Bacharel em Agronomia.

Orientadora: Profa. Dra. Vanessa Neumann Silva

CHAPECÓ

2018

Diesel, Pablo Rudiel

Germinação e desenvolvimento inicial de milho com uso de bioestimulante sob diferentes temperaturas / Pablo Rudiel Diesel. -- 2018.

44 f. : il.

Orientadora: Vanessa Neumann Silva.

Monografia -- Universidade Federal da Fronteira Sul, Agronomia, 2018.

1. Pennisetum americanum. 2. Tratamento de sementes. 3. Hormônios vegetais. 4. Biozyme TF[®]. I. Silva, Vanessa Neumann, orient. II. Universidade Federal da Fronteira Sul. III. Título.

PABLO RUDIEL DIESEL

**DESENVOLVIMENTO INICIAL DE MILHETO COM USO DE
BIOESTIMULANTE SOB DIFERENTES TEMPERATURAS**

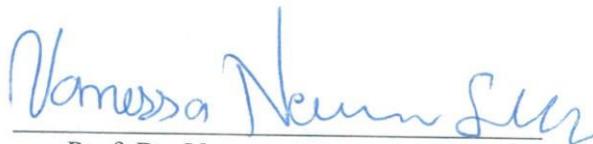
Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de
Agronomia da Universidade Federal da Fronteira Sul, como
requisito para obtenção do título de Bacharel em Agronomia.

Orientadora: Profa. Dra. Vanessa Neumann Silva

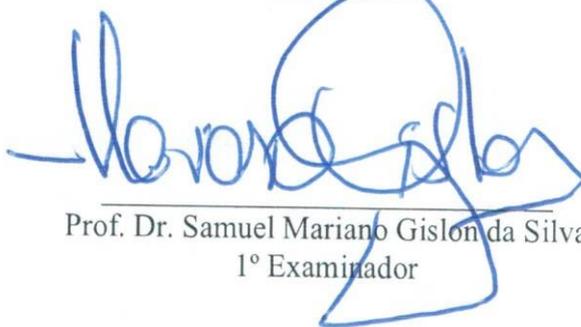
Este trabalho de conclusão de curso foi defendido e aprovado pela banca em:

14/09/2018

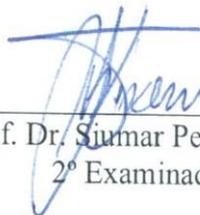
BANCA EXAMINADORA



Prof. Dr. Vanessa Neumann Silva
Orientador



Prof. Dr. Samuel Mariano Gislon da Silva
1º Examinador



Prof. Dr. Sumar Pedro Tironi
2º Examinador

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus, pela vida, por todas as oportunidades concedidas e por sempre me acompanhar, me dar forças e abençoar meu caminho.

Aos meus pais Arnildo e Zenir, por me prestar apoio, incentivo, por sempre acreditarem em mim e nunca me deixarem desistir dos meus sonhos.

Ao meu irmão Fábio, uma pessoa especial que tenho privilégio de ter junto de mim onde sempre buscou me apoiar e motivar diariamente os meus dias.

A meu sobrinho Gustavo, mesmo muito pequeno me mostrou o valor que a vida nos representa e me ensinou que por mais difíceis que sejam determinados momentos nunca devemos desistir.

Enfim, a toda minha família que sempre esteve ao meu lado e sempre esteve disposta a me ajudar em tudo que fosse possível.

À minha orientadora, professora Dra. Vanessa Neumann Silva, pelos ensinamentos, pela amizade, pela paciência e atenção, essenciais para elaboração deste trabalho e fundamentais para minha vida profissional.

Aos colegas Alan S., Bernardo F., Carlos L., Enzo T., André F., Nathalia W., Andressa L., Alessandro F., pela amizade duradora e ajuda prestada em momentos conturbados.

Aos professores do Curso de Agronomia, por todo o conhecimento repassado e amizade construída.

A Universidade Federal da Fronteira Sul, por me proporcionar o ensino superior público e gratuito de qualidade.

Por fim, a todas as pessoas que participaram e me ajudaram de alguma forma ou outra, agradeço do fundo do meu coração.

Muito obrigado!

RESUMO

O milho é uma importante gramínea de verão utilizada como forragem devido as suas boas características bromatológicas, fácil adaptação às condições ambientais brasileiras e principalmente pela alta capacidade de produção de biomassa, porém, ao semear a cultura de forma antecipada na região sul podem 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 1,0 mL kg⁻¹. 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 pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade utilizando o programa Sisvar[®] e quando constatado significância realizou-se à análise de regressão. A germinação de sementes de milho foi favorecida, em condição de estresse por baixa temperatura, com tratamento de sementes na dose de 0,50 mL kg⁻¹ de bioestimulante. O bioestimulante não influenciou a velocidade de germinação das sementes de milho. Nas três temperaturas não se observou efeito significativo do Biozyme TF[®] sob o comprimento radicular das plântulas de milho. Sob condição de estresse térmico por baixa temperatura, o bioestimulante elevou minimamente o comprimento e acúmulo de massa seca de parte aérea de plântulas de milho. 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. Biozyme TF[®].

ABSTRACT

Millet is an important summer grass used as fodder due to its good bromatological characteristics, easy adaptation to Brazilian environmental conditions and mainly due to the high capacity of biomass production. However, when sowing the crop early in the southern region, that low temperatures affect the germination and initial development of the seedlings. 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⁻¹. After the treatment, the seeds were evaluated as: germination, germination speed index, shoot length and root and dry matter accumulation of the seedlings. The data were submitted to analysis of variance by the Tukey test at 5% of probability using the Sisvar® program and, when found significant, the regression analysis was performed. The germination of millet seeds was favored, under low temperature stress conditions, with seed treatment at a dose of 0.50 mL kg⁻¹ of biostimulant. The biostimulant did not influence the speed of germination of the seeds of millet. At the three temperatures there was no significant effect of Biozyme TF® under the root length of the millet seedlings. Under the condition of low temperature thermal stress, the biostimulant minimally increased the length and dry mass accumulation of shoot millet seedlings. The accumulation of dry mass of the roots decreased with increasing dose of the biostimulant under thermal stress condition.

Key words: *Pennisetum americanum*. Seed treatment. Plant hormones. Biozyme TF®.

LISTA DE FOTOGRAFIAS

Fotografia 1 - Sementes de milho sendo pesadas em uma balança de precisão.	21
Fotografia 2 - Sementes de milho colocadas em recipientes sob a bancada para secagem após receber tratamento.	22
Fotografia 3 - Sementes de milho em caixa de Gerbox.	22
Fotografia 4 - Medição volumétrica de água utilizada no umedecimento das folhas germitest.	23
Fotografia 5 - Câmara de germinação utilizada no experimento.	23
Fotografia 6 - Protrusão radicular facilmente perceptível ao 1ºDAS em 25°C.	24
Fotografia 7 - Medição de parte aérea e raiz de plântulas de milho aos 7 DAS.	24
Fotografia 8 – Saco de papel Kraft, devidamente identificado com o respectivo tratamento e parte da plântula, utilizado para determinação de massa seca.	25
Fotografia 9 – Sacos de papel Kraft na estufa de circulação de ar forçada.	26
Fotografia 10 - Pesagem das amostras para determinação da massa seca da parte aérea de plântulas de milho.	26
Fotografia 11 - Diferença no comprimento de plântulas de milho a 15°C (A) e 25°C (B)...	31

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Valores médios de germinação de milho, sob diferentes temperaturas, obtidas de sementes tratadas com diferentes doses de Biozyme TF [®]	28
Tabela 2. Equações de regressão para a variável germinação de milho em função das diferentes doses utilizadas de bioestimulante.....	28
Tabela 3. Valores médios de massa seca de parte aérea (MSPA) sob diferentes temperaturas de sementes tratadas com diferentes doses de Biozyme TF [®]	31
Tabela 4. Equações de regressão para a variável massa seca de parte aérea de milho em função das diferentes doses utilizadas de bioestimulante.....	32
Tabela 5. 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 Biozyme TF [®]	34

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Valores médios de comprimento de parte aérea (CPA) de plântulas de milho submetidas a diferentes doses de Biozyme TF [®]	30
Figura 2 - Valores médios de massa seca de raiz (MSR) por plântula de milho sob diferentes doses de Biozyme TF [®]	33

LISTA DE ABREVIATURAS

cv – Cultivar

m – Metro

t/ha – Tonelada por hectare

ppm – Partes por milhão

ml – Mililitro

kg – Quilograma

mm – Milímetro

cm – Centímetro

mg - Miligrama

LISTA DE SIGLAS

PB – Proteína Bruta

MS – Matéria Seca

MV – Matéria Verde

ATP - Adenosina Trifosfato

CHO – Carboidrato

DAS – Dias Após a Semeadura

IVG – Índice de Velocidade de Germinação

CPA – Comprimento de Parte Aérea

CR – Comprimento de Raiz

MSR – Massa Seca de Raiz

MSPA – Massa Seca de Parte Aérea

ABA – Ácido Abscísico

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	13
2 OBJETIVOS.....	15
2.1 OBJETIVO GERAL.....	15
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	15
3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	16
3.1 A CULTURA DO MILHETO.....	16
3.2 GERMINAÇÃO DE SEMENTES	17
3.3 HORMÔNIOS VEGETAIS E BIOESTIMULANTES	19
4 MATERIAIS E MÉTODOS.....	21
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	27
6 CONCLUSÕES	36
REFERÊNCIAS	37
APÊNDICES	42

1 INTRODUÇÃO

As estratégias alimentares adotadas pela bovinocultura de corte no Brasil na atual conjuntura baseiam-se na alimentação a base de pasto, sendo o confinamento utilizado apenas para animais em terminação que representam uma menor parcela do rebanho (GOMES et al., 2015). De toda a carne produzida no país, cerca de 95% é oriunda de animais alimentados com forragens (GOMES et al., 2015; EMBRAPA, 2018). Devido ao país brasileiro ser detentor do maior rebanho comercial do mundo e ocupar a segunda colocação no que se diz respeito ao número total de bovinos (SCHLESINGER, 2010), a demanda por alimento volumoso no país ganha ainda maior destaque.

Segundo Dias Filho (2014) a substituição de pastagens naturais por pastagens plantadas, geralmente capins exóticos, se deve pela disparidade de qualidade que as últimas têm sobre as pastagens naturais. Em meio ao universo de espécies melhoradas disponíveis para o plantio, o milheto (*Pennisetum americanum*) ganha evidência por ser altamente produtivo e possuir facilidade de adaptação às condições brasileiras de clima e solo (PEREIRA FILHO, 2016).

Assim como as demais culturas, o milheto também exige que alguns fatores estejam em níveis satisfatórios para ocorrer a 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, 2005; TAIZ & ZEIGER, 2009). Para o milheto 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 (2005), 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 levarmos em consideração que ao diminuirmos a temperatura ocorrerá uma diminuição na concentração de compostos promotores de crescimento, conseguiríamos ao utilizar hormônios, promotores de germinação, 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).

2 OBJETIVOS

A seguir são apresentados o objetivos, divididos em geral e específicos.

2.1 OBJETIVO GERAL

O objetivo geral do experimento foi avaliar o efeito do bioestimulante na germinação e desenvolvimento inicial de *Pennisetum americanum* (cv.) ADRF 6010 Valente[®] submetido a diferentes temperaturas.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Avaliar o efeito de diferentes doses do bioestimulante Biozyme TF[®] na germinação (velocidade e contagem final) de *Pennisetum* em condição de estresse (15°C), limite aceitável (20°C) e em condição ideal (25°C) de temperatura.
- Avaliar o efeito de diferentes doses do bioestimulante Biozyme TF[®] no crescimento de plântulas de milho (comprimento de parte aérea e raiz das plântulas e acúmulo de matéria seca das plântulas) em 15°C, 20°C e 25°C de temperatura.

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 A CULTURA DO MILHETO

O que torna o Brasil um dos mais importantes produtores e exportadores de carne bovina do mundo é o sistema de produção adotado que quase na sua totalidade é à base de forragens, isso faz com que o produto gerado tenha menor custo de produção refletindo em um menor preço na carne comercializada (EMBRAPA, 2018).

Segundo Santos & Corrêa (2009), 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. As gramíneas anuais de verão que mais se destacam são o milheto (*Pennisetum americanum*), o sorgo forrageiro (*Sorghum bicolor*) e o capim-sudão (*Sorghum sudanens*) (FONTANELI, SANTOS, FONTANELI, 2009).

Kichel & Miranda (2000) citam que as espécies mais usadas na alimentação dos bovinos são as *Brachiarias* e os *Panicum*. Os mesmos autores, porém, relatam que esses dois grandes gêneros proporcionam baixas concentrações de proteínas e carboidratos solúveis importantes para a nutrição dos bovinos; cria-se então a necessidade de encontrar outras espécies que contemplem essas exigências, uma boa alternativa é a utilização do milheto.

O *Pennisetum americanum* surgiu entre 4 a 5 mil anos atrás ao sul do Deserto do Saara, é uma gramínea anual de verão, cespitosa, de crescimento ereto, apresentando excelente produção de perfilhos e após o corte ou pastejo possui vigorosa rebrota. O colmo é capaz de superar 3 m de altura, podendo atingir 1,5 m entre 50 e 55 dias após a emergência (PEREIRA FILHO, 2016).

A escolha do milheto como forragem se deve a suas boas características bromatológicas e exigências edafoclimáticas. A gramínea pode apresentar 24% de PB, 60% de palatabilidade, 78% de digestibilidade, pode produzir 8,5 t/ha de MS e 31 t/ha de MV (KICHEL & MIRANDA, 2000). De acordo com Coelho & Filho (2012), o milheto se adapta muito bem a solos ácidos e de baixa fertilidade devido ao seu sistema radicular bastante profundo e abundante, facilitando a extração de nutrientes em camadas subsuperficiais, além disso, Kichel & Miranda (2000) relatam que o milheto se desenvolve bem em diferentes tipos de solos.

Em comparação ao milho e ao sorgo, exige mais calor para germinar (PEREIRA FILHO, 2016). Segundo Salton & Kichel (1998), a cultura do milheto exige temperaturas médias do solo superiores a 20°C para ter uma boa uniformidade na germinação e posteriormente estabelecimento da forrageira, bem como uma umidade satisfatória para as plântulas emergirem.

3.2 GERMINAÇÃO DE SEMENTES

Conceitualmente, a germinação consiste na alteração morfológica e fisiológica das sementes resultando na ativação do embrião. O processo de germinação se inicia quando ocorre absorção de água por parte das sementes, isso resultará em uma expansão e alongamento do embrião (motivado por processos fisiológicos internos), uma vez que qualquer porção do embrião (geralmente radícula) tenha rompido todas as camadas de tegumento da semente a germinação é considerada completa (MIRANSARI & SMITH, 2014; HERMANN et al., 2007).

Segundo Marcos Filho (2005), a germinação pode ser dividida em três grandes etapas: embebição, processo bioquímico preparatório e protrusão radicular. Pressupõe-se que na etapa de embebição a deficiência hídrica seja considerada o principal fator limitante para a não germinação de sementes não-dormentes, pois a água age em diferentes processos da germinação como no amolecimento do tegumento, favorece as trocas gasosas, induz a síntese e atividade de enzimas e hormônios, além de contribuir para a digestão, translocação e assimilação das reservas.

A entrada de água na semente tende a aumentar o volume do embrião e dos tecidos de reservas, causando a ruptura do tegumento facilitando a protrusão da raiz primária. Quando sementes com baixo teor de água são embebidas a temperatura de 25°C ocorre um decréscimo no vigor das mesmas, mas se submetemos sementes com baixo teor de água a embebição em 10°C o vigor decai ainda mais que no caso anterior, mostrando que temperatura, grau de umidade inicial das sementes e taxa de embebição apresentam uma forte interação que reflete no vigor das plântulas (MARCOS FILHO, 2005).

O processo bioquímico preparatório envolve respiração, digestão das reservas, translocação e assimilação dos nutrientes. Na respiração ocorre a liberação principalmente de energia química que estava acumulada em moléculas de carboidratos e lipídios na forma de ATP, transformando esses compostos orgânicos altamente energéticos (CHO e lipídios) em substâncias com menor conteúdo energético (água e gás carbônico). O ATP tem um importante papel na biossíntese de novas estruturas químicas. A fase de digestão das reservas é uma parte bastante importante da germinação, pois consiste na transformação de substâncias relativamente complexas em substâncias solúveis que podem ser transferidas para outras células ou para pontos de crescimento do embrião, essa transformação é intermediada por enzimas e essas são controladas pela ação dos hormônios vegetais. Em função da sua natureza proteica as enzimas são afetadas por condições de ambiente como pH, temperatura, concentração do substrato e presença de possíveis inibidores (MARCOS FILHO, 2005).

No início do processo de germinação as enzimas se encontram localizadas no embrião das sementes, assim que a atividade hormonal é iniciada, as enzimas movem-se do embrião para o endosperma ou para os cotilédones, nesses compartimentos ocorre uma decomposição das substâncias de reserva resultando em produtos solúveis que são translocados para o embrião. No processo de translocação de substâncias, última parte no processo bioquímico preparatório, as substâncias degradadas no endosperma ou nos cotilédones são translocadas para o embrião das sementes; essas substâncias para que sejam utilizadas precisam passar pelo procedimento de assimilação, para terem real efeito na germinação, isso é, é preciso que ocorra uma reorganização das substâncias para uma forma mais complexa, formando com isso o protoplasma e as paredes celulares do embrião. Assim que o tempo vai passando o embrião vai tendo uma divisão celular intensa seguida de alongamento celular até a protrusão da raiz primária (MARCOS FILHO, 2005). O processo de germinação é considerado completo quando se tem a protrusão da raiz primária.

Os fatores que influenciam a germinação das sementes podem ser: intrínsecos ligados à própria semente (vitalidade e viabilidade, longevidade, dormência, grau de maturidade, sanidade e genótipo) e/ou ambientais (água, temperatura, oxigênio, luz e promotores químicos). Quanto aos fatores ambientais que mais representam influência na germinação temos a água, a temperatura e os promotores químicos. No caso da água, sementes em estresse hídrico não germinam tanto na falta como no seu excesso (MARCOS FILHO, 2005).

No caso da temperatura, ao se ter uma alta variação térmica em determinado ambiente temos uma baixa uniformidade, percentagem e velocidade de germinação. Cada espécie apresenta uma temperatura ideal para ocorrer à perfeita germinação sendo na maioria dos casos entre 20 a 30°C; o real efeito da temperatura na germinação não está claramente definido, mas acredita-se que temperaturas adversas ou suas alternâncias podem provocar alteração no balanço hormonal das sementes, ou seja, em temperaturas baixas tende a ocorrer uma maior concentração de inibidores de germinação, já em altas temperaturas o que aumenta é a concentração dos promotores de germinação. Inseridos dentro dos promotores químicos, os fito-hormônios representam papel importantíssimo na germinação, tanto na inibição como na promoção; as auxinas, giberelinas e citocininas são exemplos claros de hormônios que possuem efeito favorável ao processo de germinação (MARCOS FILHO, 2005).

A literatura trás poucas considerações a respeito da germinação de milho, o que vagamente é citado quanto a uma boa uniformidade de germinação da gramínea, é que solo tenha temperatura que exceda os 20°C e que tenha níveis satisfatórios de umidade (SALTON & KICHEL, 1998). Se as sementes apresentarem boa qualidade fisiológica e o ambiente

proporcionar essas condições, dificilmente teremos problemas na germinação de milho. Como tratado anteriormente, temperaturas inferiores àquelas exigidas pela cultura tende a promover um desbalanceamento hormonal no interior das sementes, em que hormônios promotores de germinação tendem a diminuir sua ação (giberelinas) e os hormônios inibidores de germinação, como o ácido abscísico, aumentam sua participação em tal processo.

Avaliando diferentes lotes de sementes de milho, submetidos a temperaturas de 5°C por 7 dias, durante o teste de germinação, Aguilera, et al. (2002) puderam verificar diferenças de vigor. Quanto maior a germinação maior a qualidade das sementes, pois sementes com qualidade superior ao serem submetidas a condições de temperatura adversa propiciam maior percentagem de germinação.

3.3 HORMÔNIOS VEGETAIS E BIOESTIMULANTES

Os hormônios vegetais produzidos pelas plantas são substâncias que em baixas concentrações promovem, inibem ou modificam o crescimento de qualquer que for a região de sua ação (MARCOS FILHO, 2005). De acordo com Miransari & Smith (2014), hormônios como ácido abscísico, brassinosteroides, etileno, giberelinas, auxinas e citocininas, são substâncias bioquímicas capazes de controlar muitos processos fisiológicos e bioquímicos nas plantas, principalmente na germinação de sementes. São considerados interativos, ou seja, para que a planta produza um tipo de hormônio é necessário que se tenha minimamente a presença de outro.

Segundo Miransari & Smith (2014), apesar de a auxina promover o crescimento e desenvolvimento do embrião, por si só não é um hormônio vegetal que é necessário para germinação de sementes, tal hormônio está presente na ponta da radícula das sementes antes e depois da germinação favorecendo o crescimento das raízes e do caule (MARCOS FILHO, 2005). Pressupõe-se que a auxina ao interagir com a giberelina e o etileno pode influenciar a germinação e estabelecimento das sementes (MIRANSARI & SMITH, 2014; FU & HARBERD, 2003).

As citocininas são hormônios que desempenham inúmeras funções nas plantas, incluindo a germinação das sementes. Reifler et al. (2006) relatam que a germinação ocorreu de forma mais rápida utilizando citocinina em sementes fotossensíveis; além de suprir a ausência de luz em algumas espécies, as citocininas podem atenuar problemas com salinidade, seca, metais pesados e estresse oxidativo na qual as sementes podem ser submetidas, o que interferiria negativamente o processo de germinação (MIRANSARI & SMITH, 2014;

MARCOS FILHO, 2005). Como relata Taiz & Zeiger (2009), as plantas superiores são afetadas favoravelmente com a presença de citocinina por propiciar a divisão celular, para o embrião não é diferente, o hormônio apresenta efeito favorável à divisão e alongamento celular (MARCOS FILHO, 2005).

A ausência de giberelina ou mesmo quantidades menores desse hormônio associado a altas concentrações de ácido abscísico pode ser uma das principais causas de dormência encontrada nas sementes. A giberelina quando presente nas sementes estimula à síntese e produção de enzimas hidrolíticas na camada de aleurona dos cereais, a alfa-amilase pode ser citada como principal exemplo de enzima degradadora de amido. O amido degradado por essas enzimas será deslocado até o embrião em forma de substâncias mais simples que promoverão o desenvolvimento do embrião (MIRANSARI & SMITH, 2014; TAIZ & ZEIGER, 2009).

Com o intuito de acelerar ou mesmo melhorar as condições de germinação das sementes, faz-se o uso de reguladores vegetais que segundo Taiz & Zeiger (2004), são substâncias sintéticas capazes de desempenharem efeito semelhante aos hormônios produzidos pelas próprias plantas.

Conforme Binsfeld et al. (2014) os reguladores vegetais vêm ganhando importante destaque no agronegócio a medida que as técnicas de cultivo evoluem, a utilização de bioestimulantes como reguladores vegetais é citado pelos autores como importante fonte de hormônios às culturas.

Os bioestimulantes são constituídos por um ou mais biorregulador ou misturas desses com outros componentes quimicamente diferentes como os sais minerais, vitaminas e/ou aminoácidos (MORZELLE et al., 2017). Segundo Ferraz et al. (2014) a utilização de bioestimulantes pode promover o desenvolvimento radicular das plantas, aumentando a absorção de água e nutrientes e podendo também facilitar o equilíbrio hormonal dos vegetais.

A presença de bioestimulantes no mercado com diferentes concentrações e diferentes tipos de reguladores é imensamente perceptível, dentre muitos se destaca o Biozyme TF[®].

O produto Biozyme TF[®] é utilizado no tratamento de sementes a fim de promover a germinação e melhorar o desenvolvimento inicial das plântulas de diferentes espécies; o bioestimulante é constituído por: Zeatina (83 ppm) fonte de citocinina, Ácido Indol Acético (32 ppm) fornecedor de auxina, Giberelina (32 ppm), macro e micronutrientes como enxofre, zinco, boro, manganês e o ferro (ARYSTA, 2018). Até o presente momento são escassos os trabalhos publicados sobre o uso desse produto em tratamento de sementes.

4 MATERIAIS E 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 (Fotografia 1). Como utilizou-se uma menor quantidade de sementes, a quantidade de produto também diminuiu, ficando da seguinte forma: 100% (0,006 mL), 75% (0,0045 mL), 50% (0,003 mL), 25% (0,0015 mL) e a testemunha 0%.

Fotografia 1 - Sementes de milho sendo pesadas em uma balança de precisão.



Fonte: Arquivo pessoal do autor, 2018.

O tratamento das sementes 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 do tratamento, as sementes foram colocadas em recipientes plásticos, sobre a bancada do laboratório, em temperatura ambiente, para secagem (Fotografia 2).

Fotografia 2 - Sementes de milho colocadas em recipientes sob a bancada para secagem após receber tratamento.



Fonte: Arquivo pessoal do autor, 2018.

Após a secagem, 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) (Fotografia 3), umedecidas com água destilada, com quantidade equivalente a 2,5 vezes a massa do papel seco (Fotografia 4), colocadas em câmara de germinação a 15°C, 20°C e 25°C (Fotografia 5).

Fotografia 3 - Sementes de milho em caixa de Gerbox.



Fonte: Arquivo pessoal do autor, 2018.

Fotografia 4 - Medição volumétrica de água utilizada no umedecimento das folhas germitest.



Fonte: Arquivo pessoal do autor, 2018.

Fotografia 5 - Câmara de germinação utilizada no experimento.

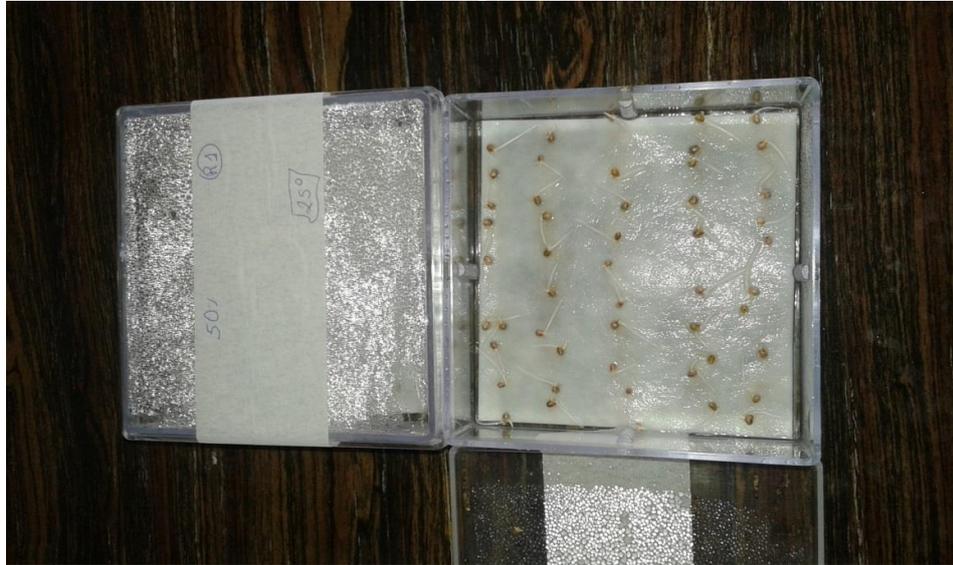


Fonte: Arquivo pessoal do autor, 2018.

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 (Fotografia 6), calculando-se o índice de acordo com fórmula proposta por Maguire (1962).

Fotografia 6 - Protrusão radicular facilmente perceptível ao 1ºDAS em 25°C.



Fonte: Arquivo pessoal do autor, 2018.

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 (Fotografia 7).

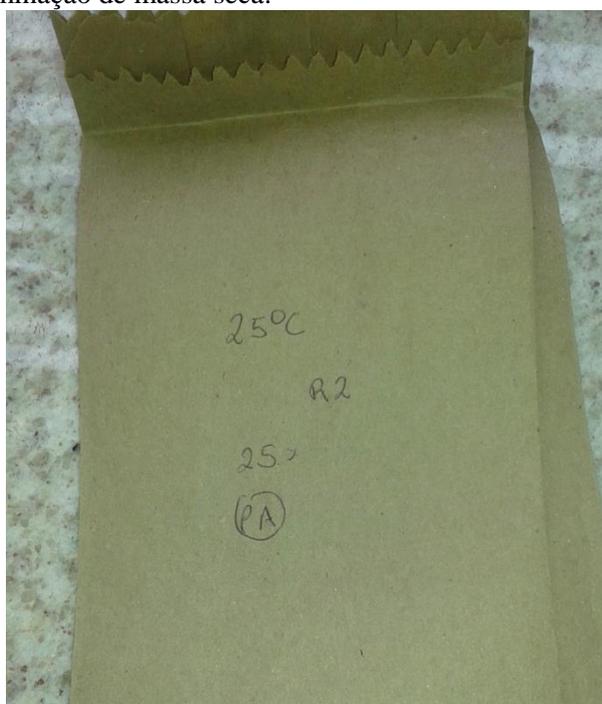
Fotografia 7 - Medição de parte aérea e raiz de plântulas de milho aos 7 DAS.



Fonte: Arquivo pessoal do autor, 2018.

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 (Fotografia 8) e secas a 80°C durante 24 horas em estufa de circulação de ar forçada (Fotografia 9) para, ao final da secagem, serem pesadas em balança analítica (Fotografia 10). O valor obtido para cada repetição foi dividido pelo número de plântulas utilizadas, expressando-se os resultados em gramas por plântula (NAKAGAWA, 1999).

Fotografia 8 – Saco de papel Kraft, devidamente identificado com o respectivo tratamento e parte da plântula, utilizado para determinação de massa seca.



Fonte: Arquivo pessoal do autor, 2018.

Fotografia 9 – Sacos de papel Kraft na estufa de circulação de ar forçada.



Fonte: Arquivo pessoal do autor, 2018.

Fotografia 10 - Pesagem das amostras para determinação da massa seca da parte aérea de plântulas de milho.



Fonte: Arquivo pessoal do autor, 2018.

Após o término de condução e avaliação experimental, os dados obtidos foram submetidos à análise de variância pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade e de Regressão, no programa estatístico SISVAR[®].

5 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 Tabela 1.

A porcentagem de germinação em 15°C apresentou maiores valores nas doses de 0,5 e 1,0 mL kg⁻¹ de bioestimulante, porém sendo estatisticamente iguais a 0,25 e 0,75 mL kg⁻¹ e essas últimas doses iguais ao tratamento controle. Tanto na temperatura de 20°C quanto a 25°C não se observou diferença significativa entre as doses de Biozyme TF[®] para o parâmetro germinação.

A porcentagem de germinação na temperatura de 25°C apresentou superioridade numérica, porém não diferindo estatisticamente, da temperatura de 20°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, o efeito da temperatura sob a germinação foi observado nesse experimento também, 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⁻¹ a qual proporcionou maiores porcentagens de germinação; no caso da temperatura de 20°C obteve-se melhor germinação utilizando 0,60 mL kg⁻¹ 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⁻¹. Esses resultados nos permitem inferir que quanto mais baixa a temperatura maior foi à quantidade requerida de bioestimulante pelas sementes para germinarem (Tabela 2).

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⁻¹, 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.

Tabela 1. Valores médios de germinação de milho, sob diferentes temperaturas, obtidas de sementes tratadas com diferentes doses de Biozyme TF®.

Temperatura	Doses (mL kg ⁻¹)					Média
	0	0,25	0,50	0,75	1,0	
	(%)					
15	52,0Bb*	60,0Bab	66,5Ba	63,5Bab	66,5Ba	61,7
20	80,0Aa	74,5Aa	77,5ABa	70,5ABa	77,5Ba	76,0
25	84,0Aa	79,5Aa	83,5Aa	77,5Aa	89,0Aa	82,7

*Letras maiúsculas iguais na coluna e minúscula iguais na linha não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Fonte: Elaborado pelo autor, 2018.

Para Fraga (1982) as citocininas além de apresentarem comportamento contrário aos inibidores de germinação como o ABA, também favorecem a ação do ácido giberélico induzindo a germinação ou os processos enzimáticos. 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.

Tabela 2. Equações de regressão para a variável germinação de milho em função das diferentes doses utilizadas de bioestimulante.

Temperatura	Equação	R ²
15°C	$-22,286x^2 + 35,286x + 52,414$	0,91
20°C	$17,143x^2 - 20,743x + 79,943$	0,46
25°C	$25,143x^2 - 21,943x + 84,243$	0,52

Fonte: Elaborado pelo próprio autor, 2018.

O aumento da temperatura proporcionou aumento na porcentagem de germinação. 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⁻¹, 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 submeteram as plantas a condições de estresse.

Conforme Marcos Filho (2005), 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 (CPA) das plântulas, podendo estar relacionado com a recuperação (mesmo que pequena) do balanço hormonal (Figura 1).

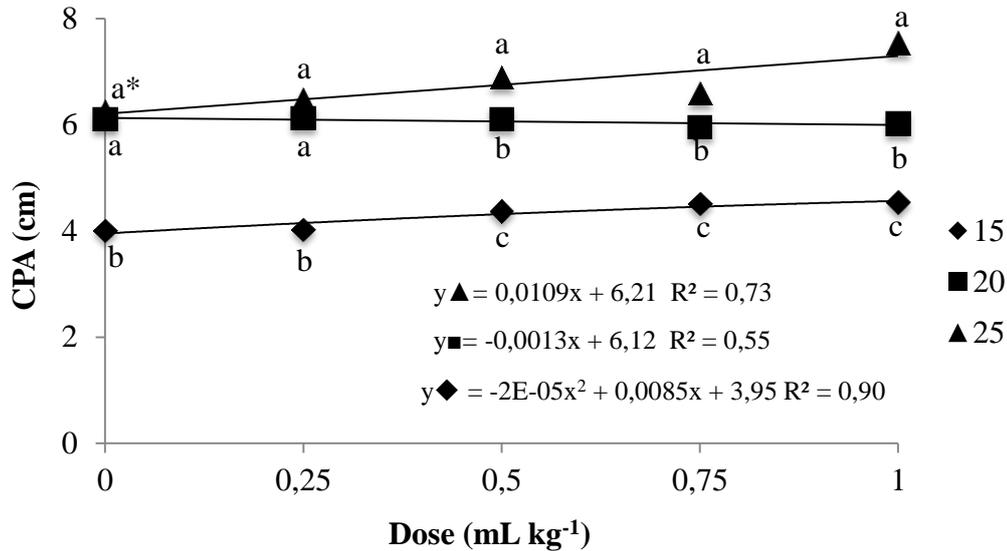
Similar ao comportamento obtido em 15°C, na temperatura de 25°C também teve um aumento no CPA conforme aumentou a dose de Biozyme TF[®] (Figura 1). Resultados semelhantes foram encontrados por Brennecke, Ferraz & Simões (2015) ao tratar sementes de *Brachiaria decumbens* com diferentes doses de Stimulate[®], no trabalho os autores observaram incremento no CPA 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 alface 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 do CPA 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 diminui-se o potencial fisiológico de alguns híbrido de milho.

Assim como na variável germinação, o CPA de plântula de milheto não diferiu nas temperaturas de 20 e 25°C ao não se utilizar o bioestimulante e foram estatisticamente superiores à temperatura de 15°C (Figura 1 e Fotografia 11). Segundo Ong & Monteith (1985) o crescimento do milheto 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 milheto 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 a Figura 1 podemos perceber que até a dose 0,25 mL kg⁻¹ 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.

Figura 1 - Valores médios de comprimento de parte aérea (CPA) de plântulas de milho submetidas a diferentes doses de Biozyme TF[®].



*Letras iguais na vertical não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade para o fator temperatura. Fonte: Elaborado pelo autor, 2018.

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 1,0 mL kg⁻¹ 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[®].

Fotografia 11 - Diferença no comprimento de plântulas de milho a 15°C (A) e 25°C (B)



Fonte: Arquivo pessoal do autor, 2018.

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 resultando em um 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 de milho (MSPA) observa-se que nas temperaturas de 20°C e 25°C houve semelhança entre os resultados e foram superiores a 15°C (Tabela 3).

Tabela 3. Valores médios de massa seca de parte aérea (MSPA) sob diferentes temperaturas de sementes tratadas com diferentes doses de Biozyme TF®.

Temperatura	Doses (mL kg ⁻¹)					Média
	0	0,25	0,50	0,75	1,0	
	(mg/plântula)					
15	1,46Ba*	1,29Ba	1,57Ba	1,56Ba	1,41Ba	1,46
20	2,00Aa	2,07Aa	2,10Aa	1,85ABa	2,21Aa	2,02
25	1,77ABb	2,04Aab	2,11Aab	1,92Aab	2,25Aa	2,05

*Letras maiúsculas iguais na coluna e minúscula iguais na linha não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Fonte: Elaborado pelo autor, 2018.

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. 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).

Tabela 4. Equações de regressão para a variável massa seca de parte aérea de milho em função das diferentes doses utilizadas de bioestimulante.

Temperatura	Equação	R ²
15°C	$-0,2857x^2 + 0,3557x + 1,3893$	0,13
20°C	$0,3429x^2 - 0,2629x + 2,0504$	0,14
25°C	$-0,1571x^2 + 0,4921x + 1,8329$	0,55

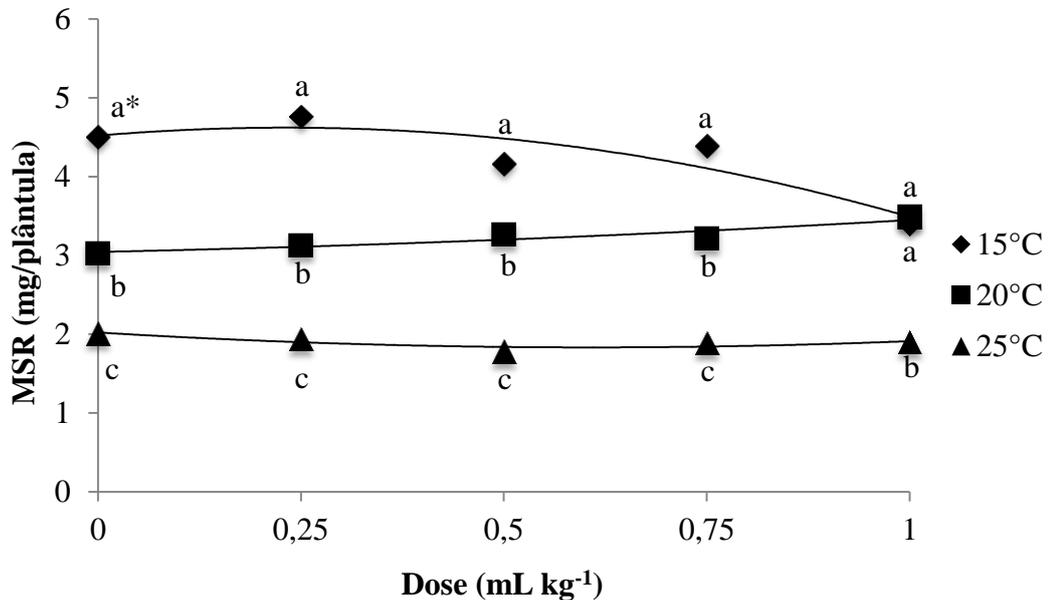
Fonte: Elaborado pelo autor, 2018.

No caso das temperaturas de 20°C 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.

A MSR diferiu entre as temperaturas e na interação dose X temperatura; para o fator dose não foi possível observar significância conforme a análise estatística (Apêndice 5).

Os valores médios de MSR por plântula de milho estão sendo apresentados na Figura 2. Nela podemos observar que a temperatura de 15°C representou superioridade na variável MSR em relação às outras temperaturas.

Figura 2 - Valores médios de massa seca de raiz (MSR) por plântula de milho sob diferentes doses de Biozyme TF[®].



*Letras iguais na vertical não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade para o fator temperatura. Fonte: Elaborado pelo autor, 2018.

Avaliando a tolerância à temperatura de milho e milheto em estágio inicial de desenvolvimento Ashraf & Hafeez (2004) notaram que a massa seca das raízes de milho diminuíram com aumento da temperatura, já no milheto 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 nos permitiram 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 as 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 5. 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 (Apêndice 2), porém nos permitem observar um aumento no valor a partir da elevação da temperatura (Tabela 5); 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 Huidobro, Monteith & Squire (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 do experimento não conseguir demonstrar diferença significativa entre as temperaturas testadas, o IVG teve maiores valores em temperaturas mais elevadas.

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 5. 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 Biozyme TF[®].

Temperatura	Doses (mL kg ⁻¹)					Média
	0	0,25	0,50	0,75	1,0	
IVG						
15	50,91 ^{NS}	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	7,65AB	8,32AB	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. Fonte: Elaborado pelo autor, 2018.

Os valores médios do comprimento de raízes das plântulas de milho diferiram apenas para o fator temperatura (Apêndice 3). A maior média do comprimento de raiz foi encontrada na temperatura de 20°C (Tabela 5).

Bahry et al. (2007) avaliando diferentes lotes de sementes de milho obtiveram CR 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 Huidobro, Monteith & Squire (1982) encontraram em 30°C o melhor resultado. Dwi, Tae Kwon & Tomohiko (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, 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.

6 CONCLUSÕES

A germinação de sementes de milho é favorecida, em condição de estresse por baixa temperatura, com tratamento de sementes na dose de $0,50 \text{ mL kg}^{-1}$ de bioestimulante.

O bioestimulante não influencia a velocidade de germinação das sementes de milho.

Observou-se que o Biozyme TF[®] não influenciou significativamente o comprimento das raízes de milho nas três temperaturas.

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.

O acúmulo de massa seca das raízes sob condição de estresse térmico diminuiu com a elevação da dose de bioestimulante.

REFERÊNCIAS

- AGUILERA, L. A. *et al.* Testes para avaliação da qualidade fisiológica de sementes de milho. **Revista Brasileira de Sementes**. Londrina, vol. 24 n.2, 2002. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0101-31222002000200018&lang=pt>. Acessado em: 13 ago. 2018.
- ARYSTA. **Bula do Biozyme TF®**. Disponível em: <<http://arysta.com.br/wp-content/uploads/2018/07/Biozyme-Bula.pdf>>. Acessado em: 05 ago. 2018.
- ASHRAF, M.; HAFEEZ, M. Thermotolerance of Pearl Millet and Maize at Early Growth Stages: Growth and Nutrient Relations. **Biologia Plantarum**, v. 48, 2004, p. 81-86. Disponível em: <<https://link.springer.com/article/10.1023/B:BIOP.0000024279.44013.61>>. Acessado em: 24 ago. 2018.
- BAHRY, C. A. *et al.* Avaliação da qualidade fisiológica e sanitária de sementes de milho. **Revista da FZVA**. Uruguaiana, v.14, n.1, 2007, p. 25-35. Disponível em: <<http://revistaseletronicas.pucrs.br/ojs/index.php/fzva/article/viewFile/2476/1935>>. Acessado em: 24 ago. 2018.
- BINSFELD, J. A. *et al.* Uso de bioativador, bioestimulante e complexo de nutrientes em sementes de soja. **Pesquisa Agropecuária Tropical**. Goiânia, v. 44, n. 1, 2014, p. 88-94. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/pat/v44n1/v44n1a10.pdf>>. Acessado em: 05 ago. 2018.
- BRASIL, MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. **Regras para análise de sementes**. Brasília: MAPA/ACS. 2009.
- BRENNECKE, K.; FERRAZ, F. M.; SIMÕES, T. R. Germinação de sementes de *Brachiaria decumbens* sob diferentes concentrações de biorregulador. **Revista Acadêmica: Ciência Animal**, v. 13, 2015, p.145-151.
- CARVALHO, I. R. *et al.* Efeitos fisiológicos atribuídos ao teste de frio e adição de reguladores vegetais em híbridos de milho. **Scientia Plena**. Frederico Westphalen, v. 11, n. 3, 2015. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/291343546_Efeitos_fisiologicos_atribuidos_ao_teste_de_frio_e_adicao_de_reguladores_vegetais_em_hibridos_de_milho>. Acessado em: 18 ago. 2018.
- CATO, S. C. **Ação de bioestimulante nas culturas do amendoimzeiro, sorgo, trigo e interação hormonais entre auxinas, citocininas e giberelenias**. 2006, 74 f. Tese (Doutor em Agronomia: fitotecnia). Universidade de São Paulo. Piracicaba, 2006.
- COELHO, A. M.; FILHO, I. A. P. A importância do milho na disponibilização de potássio. **Revista Campo e Negócios**, Uberlândia, 2012, p. 40-42. Disponível em: <<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/925821/1/Importanciamilho.pdf>>. Acessado em: 05 ago. 2018.

DIAS FILHO, M. B. Diagnóstico das Pastagens no Brasil. Belém: **EMBRAPA**, 2014, p. 14-16. Disponível em: <<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/986147/1/DOC402.pdf>>. Acessado em: 03 ago. 2018.

DWIN, H. T. A.; TAE KWON, S.; TOMOHIKO, Y. Selection for Low Temperature Germination of Pearl Millet (*Pennisetum typhoideum* Rich.). **Kyushu Univ.**, v. 41, 1997, p. 141-149. Disponível em: <https://catalog.lib.kyushu-u.ac.jp/opac_download_md/24139/p141.pdf>. Acessado em: 24 ago. 2018.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Pastagens**. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/qualidade-da-carne/carne-bovina/producao-de-carne-bovina/pastagem>>. Acessado em: 02 ago. 2018.

FERRAZ, R. A. *et al.* Efeitos de bioestimulante na emergência de plântulas de maracujazeiro ‘roxinho do kênia’. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 30, nº 6, 2014, p. 1787-1792. Disponível em: <<http://www.seer.ufu.br/index.php/biosciencejournal/article/view/21953/15616>>. Acessado em: 06 ago. 2018.

FERREIRA, L. A. *et al.* Bioestimulante e fertilizantes associados ao tratamento de sementes de milho. **Revista Brasileira de Sementes**, Lavras, vol. 29, nº 2, 2007, p.80-89. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbs/v29n2/v29n2a11.pdf>>. Acessado em: 04 ago. 2018.

FLOSS, E. L. **Fisiologia das plantas cultivadas**. UPF: Passo Fundo, 3º ed., 2006, 75 p.

FONTANELI, R. S.; SANTOS, H. P dos.; FONTANELI, R. S. Forrageiras para Integração Lavoura-Pecuária-Floresta na região Sul-brasileira. Brasília: **EMBRAPA**, 2º ed., 2012, 274 p. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/119972/1/LV2012forrageirasparaintegracaoFontaneli.pdf>>. Acessado em: 03 ago. 2018.

FRAGA, A. C. Dormência de sementes. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.8, n.91, 1982, p.62-64.

FU, X.; HARBERD, N. P. Auxin promotes Arabidopsis root growth by modulating gibberellin response. **Nature Journal**, Norwich, v. 421, 2003, p. 740-743.

GARCIA HUIDOBRO, J.; MONTEITH, J. L.; SQUIRE, G. R. Time, Temperature and Germination of Pearl Millet (*Pennisetum typhoides* S. & H.): I. CONSTANT TEMPERATURE. **Journal of Experimental Botany**, v. 33, 1982, p. 288–296. Disponível em: <<https://academic.oup.com/jxb/article-abstract/33/2/288/634292?redirectedFrom=PDF>>. Acessado em: 22 ago. 2018.

GEORGIN, J. *et al.* Desenvolvimento inicial de trigo (*Triticum aestivum*) com uso de fitohormônios, zinco e inoculante no tratamento de sementes. **Revista do Centro do Ciências Naturais e Exatas**, Santa Maria, v. 18, nº4, 2014, p.1318-1325.

GOMES, R. da C. *et al.* Nutrição de bovinos de corte: Fundamentos e aplicações. Brasília: **EMBRAPA**, 2015, p. 109-110. Disponível em:

<<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/120040/1/Nutricao-Animal-livro-em-baixa.pdf>>. Acessado em: 02 ago. 2018.

GROHS, M. *et al.* Attenuation of low-temperature stress in rice seedlings. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v.46, n°2, Goiânia, 2016. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1983-40632016000200197&lng=en&tlng=en#B14>. Acessado em: 27 ago. 2018.

HERMANN, K. *et al.* 1-Aminocyclopropane-1-carboxylic acid and abscisic acid during the germination of sugar beet (*Beta vulgaris* L.): a comparative study of fruits and seeds. **Journal of Experimental Botany**, v. 58, 11° ed., 2007, p. 3047–3060. Disponível em: <<https://academic.oup.com/jxb/article/58/11/3047/614150>>. Acessado em: 05 ago. 2018.

JUNQUEIRA, I. A. *et al.* Ação de biorreguladores na qualidade e fisiologia de sementes e plântulas de girassol. **Pesquisa Agropecuária Pernambucana**, Recife, v. 22, 2017. Disponível em: <<https://pap.emnuvens.com.br/pap/article/view/pap.2017.004/79>>. Acessado em: 26 ago. 2018.

KERBAUY, G. B. **Fisiologia vegetal**. São Paulo: Guanabara Koogan, 2004. 470 p. Disponível em: <http://www.eno16.com/morfo_fisio/adicionais/Livro%20Fisiologia%20Vegetal%20-%20Kerbauy.pdf>. Acessado em: 26 ago. 2018.

KICHEL, A. N.; MIRANDA, C. H. B. **Uso do milheto como planta forrageira**. Campo Grande: EMBRAPA, 2000. Disponível em: <<http://old.cnpgc.embrapa.br/publicacoes/divulga/GCD46.html>>. Acessado em: 05 ago. 2018.

LAMBERS, H. *et al.* **Plant physiological ecology**. New York, NY, USA: Springer. 571p.

LEE, H. *et al.* Mapeamento e caracterização de locos de caracteres quantitativos para o alongamento de mesocótilo em arroz (*Oryza sativa* L.). **Arroz**, v. 5, n. 13, p. 1-10, 2012.

MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de Sementes de plantas cultivadas**. Piracicaba: Fealq, 2005. 495p.

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

MIRANSARI, M.; SMITH, D. L. Plant hormones and seed germination. **Environmental and Experimental Botany**. v. 99, 2014, p. 110-121.

MORTELE, L. M. *et al.* Efeito da aplicação de biorregulador no desempenho agrônômico e produtividade da soja. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v. 30, 2008, p. 701-709.

MORZELLE, M. C. *et al.* **Agroquímicos estimulantes, extratos vegetais e metabólitos microbianos na agricultura**. n° 63, Piracicaba: ESALQ, 2017. Disponível em: <<http://www4.esalq.usp.br/biblioteca/sites/www4.esalq.usp.br/biblioteca/files/publicacoes-a-venda/pdf/SPR63.pdf>>. Acessado em 04 ago. 2018.

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, J. L. Response of pearl millet to light and temperature. **Field Crops Research**, v. 11, 1985, p. 141-160. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/037842908590098X>>. Acessado em: 18 ago. 2018.

PEREIRA FILHO, I. A. Cultivo de Milheto. **Sistema de Produção: EMBRAPA MILHO E SORGO**, 5º ed., 2016. Disponível em: <https://www.spo.cnptia.embrapa.br/conteudo?p_p_lifecycle=0&p_p_id=conteudoportlet_WAR_sistemasdeproducao16_1galceportlet&p_p_col_count=1&p_p_col_id=column-2&p_p_state=normal&p_r_p_-76293187_sistemaProducaoId=8101&p_r_p_-996514994_topicoId=9018&p_p_mode=view>. Acessado em: 04 ago. 2018.

POORTER, H. *et al.* Biomass allocation to leaves, stems and roots: meta-analyses of interspecific variation and environmental control. **New Phytologist**, 2012, p. 30-50.

RADHOUANE, L. Seedling characters at different temperatures in pearl millet (*Pennisetum glaucum* (L.) R. Br.). **African Journal of Biotechnology**, v. 10, 2011, p. 11421-11425.

RIEFLER, M. *et al.* Arabidopsis Cytokinin Receptor Mutants Reveal Functions in Shoot Growth, Leaf Senescence, Seed Size, Germination, Root Development, and Cytokinin Metabolism. **The Plant Cell**, v. 18, 2006, p. 40–54.

SALTON, J. C.; KICHEL, A. N. **Milheto: Alternativa para Cobertura de Solo e Alimentação Animal**. Dourados: Embrapa, 1998, 8 p. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/39444/1/Milheto.pdf>>. Acessado em: 03 ago. 2018.

SANTOS, P. M.; CORRÊA, L. de A. **Manejo de pastagens tropicais**. São Carlos: Embrapa, 2º ed., 2009, 28 p. Disponível em: <<http://www.cppse.embrapa.br/sites/default/files/principal/publicacao/Documentos46.pdf>>. Acessado em: 04 ago. 2018.

SCHLESINGER, S. **Onde pastar?: O gado bovino no Brasil**. 1º ed. Rio de Janeiro: Federação de Órgãos para Assistência Social e Educacional, 2010, 116 p. Disponível em: <<https://fase.org.br/wp-content/uploads/2010/06/Onde-pastar.pdf>>. Acessado em: 03 ago. 2018.

SILVA, T. T. de A. *et al.* Qualidade fisiológica de sementes de milho na presença de bioestimulantes. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 32, n. 3, 2008, p. 840-846. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-70542008000300021>. Acessado em: 25 ago. 2018.

SOARES, M. B. B. *et al.* Efeito da pré-embebição em solução bioestimulante sobre a germinação e vigor de sementes de *Lactuca sativa* L. **Revista Biotemas**, v. 25, 2012.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. Trad. Eliane Romano Santarém. Porto Alegre: Artmed, 3° ed., 2004, 719 p.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. Trad. Eliane Romano Santarém. Porto Alegre: Artmed, 4° ed. 2009, 819 p.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 3° 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, 2016.

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

APÊNDICES

APÊNDICE 1 – TABELA DE ANÁLISE DE VARIÂNCIA DO PARÂMETRO GERMINAÇÃO DE SEMENTES DE MILHETO, GERADO PELO PROGRAMA ESTATÍSTICO SISVAR®.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
TEMP	2	4602.533333	2301.266667	54.792	0.0000
DOSE	4	464.933333	116.233333	2.767	0.0386
TEMP*DOSE	8	649.466667	81.183333	1.933	0.0782
erro	45	1890.000000	42.000000		
Total corrigido	59	7606.933333			
CV (%) =	8.82				
Média geral:	73.4666667	Número de observações:	60		

APÊNDICE 2 – TABELA DE ANÁLISE DE VARIÂNCIA DO PARÂMETRO ÍNDICE DE VELOCIDADE DE GERMINAÇÃO (IVG) DE SEMENTES DE MILHETO, GERADO PELO PROGRAMA ESTATÍSTICO SISVAR®.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
TEMP	2	13.476803	6.738402	1.905	0.1606
DOSE	4	21.519183	5.379796	1.521	0.2122
TEMP*DOSE	8	18.551347	2.318918	0.656	0.7270
erro	45	159.176100	3.537247		
Total corrigido	59	212.723433			
CV (%) =	3.67				
Média geral:	51.2583333	Número de observações:	60		

APÊNDICE 3 – TABELA DE ANÁLISE DE VARIÂNCIA DO PARÂMETRO COMPRIMENTO DE RAÍZES (CR) DE PLÂNTULAS DE MILHETO, GERADO PELO PROGRAMA ESTATÍSTICO SISVAR®.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
TEMP	2	54.524143	27.262072	24.753	0.0000
DOSE	4	7.243683	1.810921	1.644	0.1797
TEMP*DOSE	8	13.473707	1.684213	1.529	0.1741
erro	45	49.561000	1.101356		
Total corrigido	59	124.802533			
CV (%) =	13.09				
Média geral:	8.0166667	Número de observações:	60		

APÊNDICE 4 – TABELA DE ANÁLISE DE VARIÂNCIA DO PARÂMETRO COMPRIMENTO DE PARTE AÉREA (CPA) DE PLÂNTULAS DE MILHETO, GERADO PELO PROGRAMA ESTATÍSTICO SISVAR®.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
TEMP	2	64.516853	32.258427	604.109	0.0000
DOSE	4	2.478327	0.619582	11.603	0.0000
TEMP*DOSE	8	2.706313	0.338289	6.335	0.0000
erro	45	2.402925	0.053398		
Total corrigido	59	72.104418			
CV (%) =	4.05				
Média geral:	5.7038333	Número de observações:	60		

APÊNDICE 5 – TABELA DE ANÁLISE DE VARIÂNCIA DO PARÂMETRO MASSA SECA DE RAÍZES (MSR) DE PLÂNTULAS DE MILHETO, GERADO PELO PROGRAMA ESTATÍSTICO SISVAR®.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
TEMP	2	55.056000	27.528000	195.562	0.0000
DOSE	4	0.822750	0.205688	1.461	0.2298
TEMP*DOSE	8	4.074000	0.509250	3.618	0.0025
erro	45	6.334375	0.140764		
Total corrigido	59	66.287125			
CV (%) =	12.02				
Média geral:	3.1225000	Número de observações:	60		

APÊNDICE 6 – TABELA DE ANÁLISE DE VARIÂNCIA DO PARÂMETRO MASSA SECA DE PARTE AÉREA (MSPA) DE PLÂNTULAS DE MILHETO, GERADO PELO PROGRAMA ESTATÍSTICO SISVAR®.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
TEMP	2	4.396750	2.198375	60.207	0.0000
DOSE	4	0.433083	0.108271	2.965	0.0295
TEMP*DOSE	8	0.601167	0.075146	2.058	0.0606
erro	45	1.643125	0.036514		
Total corrigido	59	7.074125			
CV (%) =	10.37				
Média geral:	1.8425000	Número de observações:	60		