

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO DO SUL
CÂMPUS DE CHAPADÃO DO SUL
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

SILVIA ELENA NAVARRETE THOMÉ

**NICOTINAMIDA E FITOHORMÔNIOS
COMO BIOESTIMULANTES NA CULTURA DO MILHO**

CHAPADÃO DO SUL – MS

2021

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO DO SUL
CÂMPUS DE CHAPADÃO DO SUL
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

SILVIA ELENA NAVARRETE THOMÉ

**NICOTINAMIDA E FITOHORMÔNIOS
COMO BIOESTIMULANTES NA CULTURA DO MILHO**

Orientador: Prof. Dr. Sebastião Ferreira de Lima

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Agronomia, área de concentração: Produção Vegetal.

CHAPADÃO DO SUL – MS

2021



Serviço Público Federal
Ministério da Educação

Fundação Universidade Federal de Mato Grosso do Sul



PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

DISCENTE: Sílvia Elena Navarrete Thomé

ORIENTADOR: Dr. Sebastião Ferreira de Lima

TÍTULO: Nicotinamida e fitohormônios como bioestimulantes na cultura do milho

AVALIADORES:

Prof. Dr. Presidente Sebastião Ferreira de Lima

Profa. Dra. Rita de Cassia Felix Alvarez

Prof. Dr. Eduardo Pradi Vendruscolo

Chapadão do Sul, 26 de fevereiro de 2021.



Documento assinado eletronicamente por **Eduardo Pradi Vendruscolo, Usuário Externo**, em 26/02/2021, às 16:44, conforme horário oficial de Mato Grosso do Sul, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Sebastiao Ferreira de Lima, Professor do Magisterio Superior**, em 26/02/2021, às 16:48, conforme horário oficial de Mato Grosso do Sul, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Rita de Cassia Felix Alvarez, Professor do Magisterio Superior**, em 26/02/2021, às 16:48, conforme horário oficial de Mato Grosso do Sul, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site https://sei.ufms.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **2402844** e o código CRC **CBC11F67**.

DEDICATÓRIA

Ofereço com amor aos meus pais, por me tornarem extremamente forte, permitindo meu grande avanço nos momentos mais difíceis, em prol da minha felicidade.

Com carinho à minha grande amiga Izabela, por sempre acreditar no que eu sou capaz e nunca me fazer desistir.

AGRADECIMENTOS

À Deus pelo dom da vida, por me permitir aprender e crescer com meus erros, mostrando-me os melhores caminhos a serem seguidos e por me ensinar sobre o amor e perdão, sempre em direção à evolução.

Aos meus pais, Carlos Eduardo Thomé e Daniela Zecchin Navarrete Thomé um agradecimento especial, por todas as lições de amor, companheirismo, amizade, compreensão e puxões de orelha. por nunca medirem esforços para investirem, incentivarem e dedicarem em minha formação e meus estudos. Sinto muito orgulho e privilégio de ter pais como vocês.

Ao meu irmão, João Eduardo por ser o meu maior presente e me ensinar sobre maturidade, simplicidade e cumplicidade mesmo sendo o irmão mais novo.

Ao meu namorado Augusto Machado por nunca me deixar sozinha, me apoiando e incentivando em minhas decisões, por me aguentar nos momentos de surtos e ansiedades, por estar sempre ao meu lado, sendo o meu companheiro de vida. E principalmente por me ajudar a realizar essa pesquisa (contar grãos, medir planta e praticamente cantar ao mesmo tempo rs).

À minha madrinha Adriana Thomé por ser minha maior influenciadora, sempre me apoiando e mostrando estudar é preciso, pois nosso próprio conhecimento é muito mais valioso e este ninguém pode nos roubar.

À minha amiga Izabela Oliveira, que conheci no primeiro dia de aula e já sabia que seríamos amigas, por todas as conversas sejam elas produtivas ou não, por todo apoio e auxílio nesses anos de Mestrado e principalmente por “ser a minha pessoa”.

As minhas amigas, Tayná, Bruna, Loryelle, amigos (as) de escola e graduação por aguentarem meus surtos e serem os motivos de gargalhadas em Chapadão e por me lembrarem de que a vida não é só estudar, que amigos são para todas as horas.

Ao meu orientador Sebastião Ferreira de Lima por tantos ensinamentos e incentivos que fizeram querer continuar. Cada ida à sua sala de professor era no mínimo duas horas conversando, resolvendo problemas de experimento, mas principalmente conversas que levarei comigo. Sempre serei grata pelos seus ensinamentos.

À professora Rita de Cássia Félix Alvarez pelas conversas como aluna-professora, por me fazer querer aprender os detalhes de cada cultura estudada e, aluna-amiga, por eu me identificar tanto com o seu jeito de levar a vida.

Ao meu ex-chefe de estágio Germison Tomquelski, por ser a pessoa que me apresentou a vida acadêmica e a oportunidade de ingressar no Mestrado.

À Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, em especial ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia, campus Chapadão do Sul, pelo acesso à educação.

À Fundação de Apoio à Pesquisa e Desenvolvimento do Ensino, Ciência e Tecnologia do Estado de Mato Grosso do Sul (FUNDECT) e a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão de bolsa durante toda a realização do Mestrado.

A todos os professores que tive a honra de conhecer, por compartilharem seus conhecimentos e por incentivarem a valorização da ciência.

Ao professor Eduardo Pradi Vendruscolo pelo aceite em participar da banca e contribuir para a melhoria deste trabalho.

A todos os familiares, amigos, colegas de turma e pessoas que de alguma forma contribuíram para a realização deste trabalho ou que estiveram comigo durante o Mestrado.

Meu muito obrigada!

EPÍGRAFE

“Faça o seu melhor, na condição que você tem,
enquanto você não tem condições melhores, para
fazer melhor ainda.”

Mario Sergio Cortella

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO 1

Figura 1. Médias de temperatura máxima, temperatura mínima e índice pluviométrico na área experimental do campus da Universidade Federal do Mato Grosso do Sul-MS, durante o período de 12/11/2019 à 16/03/2020. Fonte: INMET.....	16
Figura 2. Altura de plantas de milho de acordo com as concentrações de nicotinamida.....	19
Figura 3. Altura de inserção da espiga de milho de acordo com as concentrações de nicotinamida.....	20
Figura 4. Diâmetro do colmo das plantas de milho de acordo com as concentrações de nicotinamida.....	20
Figura 5. Diâmetro das espigas de milho de acordo com as concentrações de nicotinamida.....	21
Figura 6. Número de fileiras por espigas de milho de acordo com as concentrações de nicotinamida.....	22
Figura 7. Número de grãos por fileiras nas espigas de milho de acordo com as concentrações de nicotinamida.....	22
Figura 8. Massa de grãos por planta de milho de acordo com as concentrações de nicotinamida.....	23
Figura 9. Massa de mil grãos de milho de acordo com as concentrações de nicotinamida.....	23
Figura 10. Índice de espiga de milho de acordo com as concentrações de nicotinamida.....	24

Figura 11. Produtividade de grãos de milho de acordo com as concentrações de nicotinamida.....	24
---	----

CAPÍTULO 2

Figura 1. Médias de temperatura máxima, temperatura mínima e índice pluviométrico na área experimental da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, câmpus Chapadão do Sul-MS, durante o período de 21/02/2020 à 05/08/2020. Fonte: INMET.....	32
---	----

Figura 2. Comportamento das variáveis em relação à nicotinamida: (A) Diâmetro do colmo; (B) Área foliar; (C) Massa seca de folhas; (D) Massa seca de colmo para o milho segunda safra.....	36
---	----

Figura 3. Comportamento das variáveis em relação à nicotinamida: (A) Índice relativo de clorofila; (B) Comprimento de espiga; (C) Número de fileiras por espiga; (D) Número de grãos por fileira para o milho segunda safra.....	37
---	----

Figura 4. Produtividade da cultura do milho segunda safra de acordo com as concentrações de nicotinamida.....	38
--	----

Figura 5. Interação entre Nicotinamida e Fitohormônio das variáveis (A) Altura de plantas; (B) Altura de inserção da espiga; (C) Diâmetro da espiga; (D) Massa de mil grãos; para a cultura do milho segunda safra.....	39
--	----

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO 1

Tabela 1. Anova para altura de planta (ALT), altura de inserção da espiga (ALTE), diâmetro do colmo (DC), comprimento de espiga (CE), diâmetro de espiga (DE), número de fileiras por espiga (NFE), número de grãos por fileira (NGF), massa de grãos por planta (MGP), massa de mil grãos (MMG), índice de espiga (IE) e produtividade (PROD) para a interação entre Fitohormônio (F) e Nicotinamida (N) na cultura do milho.....18

Tabela 2. Desdobramento de Fitohormônio dentro de Nicotinamida para as variáveis altura de planta (ALT), altura de espiga (ALTE), comprimento de espiga (CE), diâmetro de espiga (DE), número de fileiras por espiga (NF) para a cultura do milho.....19

CAPÍTULO 2

Tabela 1. Resultados das análises químicos da área experimental cultivada com milho. Safra 2020/2020. Chapadão do Sul - MS.....31

Tabela 2. Anova para altura de planta (ALT), altura de inserção da espiga (ALTE), diâmetro do colmo (DC), área foliar (AF), massa seca de folhas (MSF), massa seca de colmo (MSC), índice relativo de clorofila (IRC), comprimento de espiga (CE), diâmetro de espiga (DE), número de fileiras por espiga (NFE), número de grãos por fileira (NGF), massa de mil grãos (MMG) e produtividade (PROD) para a interação entre Fitohormônio (F) e Nicotinamida (N) na cultura do milho segunda safra.....34

Tabela 3. Desdobramento de Fitohormônio dentro de Nicotinamida para as variáveis diâmetro de colmo (DC), área foliar (AF), massa seca de folhas (MSF), massa seca de colmo (MSC), comprimento de espiga (CE) e número de fileiras por espiga (NFE) para a cultura do milho segunda safra.....35

RESUMO

O Brasil apresenta três safras de milho, sendo as duas primeiras mais expressivas: a safra de verão (primeira safra) e a safra da seca (segunda safra). Para o incremento na produtividade do milho, algumas técnicas como a aplicação de bioestimulantes que atuam na diferenciação, divisão e alongamento celular, possibilitando maior tolerância das plantas à estresses bióticos e abióticos, melhorando o desenvolvimento e crescimento do sistema radicular e consequentemente a parte aérea. A utilização de vitaminas ameniza os estresses e melhora as características fisiológicas, favorecendo o metabolismo da planta, permitindo também o desenvolvimento e crescimento vegetal. O uso associado de nicotinamida com fitohormônios foi benéfico para as características de massa de grãos por planta, massa de mil grãos e produtividade de grãos de milho. A interação de nicotinamida e fitohormônios foi capaz de promover ganhos para as variáveis altura de plantas, altura de inserção de espiga, diâmetro da espiga e massa de mil grãos. A maior produtividade de grãos de milho na primeira e segunda safra foi atingida com a concentração de 800 mg L⁻¹ de nicotinamida na presença do fitohormônio Stimulate[®]. O objetivo do trabalho foi avaliar o efeito da aplicação de nicotinamida e fitohormônio, via foliar, sobre características de crescimento, componentes de produção e produtividade de grãos de milho de primeira e segunda safra. O delineamento experimental foi em blocos casualizados, em esquema fatorial 2x5, com presença e ausência do fitohormônio Stimulate[®] (citocinina 0,09 g L⁻¹ + ácido giberélico 0,05 g L⁻¹ + ácido 4-indol-3-ilbutírico 0,05 g L⁻¹) na dosagem de 500 mL ha⁻¹ e cinco concentrações de nicotinamida (0, 200, 400, 600 e 800 mg L⁻¹), com quatro repetições. Foram avaliadas características de crescimento, de espigas, componentes de produção e produtividade do milho primeira e segunda safra. A aplicação de nicotinamida e fitohormônio incrementou na produtividade do milho primeira e segunda safra sendo conveniente sua utilização na cultura do milho.

Palavras-chave: Auxina. Citocinina. Giberelina. Vitaminas. *Zea mays*.

ABSTRACT

Brazil has three corn crops, the first two of which are more expressive: summer crop (first crop) and the dry crop (second crop). For the increase in corn productivity, some techniques such as the application of bioestimulants that act in cell differentiation, division and elongation, allowing greater tolerance of plants to biotic and abiotic stresses, improving the development and growth of the root system and consequently the aerial part. The use of vitamins relieves stress and improves physiological characteristics, favoring the metabolism of the plant, also allowing for plant development and growth. The associated use of nicotinamide with phytohormones was beneficial for the characteristics of mass of grains per plant, mass of a thousand grains and productivity of corn grains. The interaction of nicotinamide and phytohormones was able to promote gains for the variables plant height, ear insertion height, ear diameter and thousand grains mass. The highest productivity of corn grains in the first and second harvest was achieved with the concentration 800 mg L⁻¹ of nicotinamide in the presence of the phytohormone Stimulate[®]. The objective of the work was to evaluate the effect of the application of nicotinamide and phytohormone, leaf path, on growth characteristics, production components and productivity of first and second crop corn grains. The experimental design was in randomized blocks, in 2x5 factorial scheme, with the presence and absence of the phytohormone Stimulate[®] (cytokinin 0,09 g L⁻¹ + gibberellic acid 0,05 g L⁻¹ + 4-indole-3-ylbutyric acid 0,05 g L⁻¹) in the dosage of 500 mL ha⁻¹ and five concentrations of nicotinamide (0, 200, 400, 600 and 800 mg L⁻¹), with four replications. Growth characteristics, ears, production componentes and productivity of first and second crop corn were evaluated. The application of nicotinamide and phytohormone increased the productivity of corn first and second crop conveniente for use in corn culture.

Keywords: Auxin. Cytokinin. Gibberellin. Vitamins. *Zea mays*.

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1.....	13
BIOESTIMULANTES NA CULTURA DO MILHO PRIMEIRA SAFRA.....	13
RESUMO	13
ABSTRACT.....	133
INTRODUÇÃO	14
MATERIAL E MÉTODOS.....	15
RESULTADOS E DISCUSSÃO	18
CONCLUSÃO	255
REFERÊNCIAS	265
CAPÍTULO 2.....	288
BIOESTIMULANTES NA CULTURA DO MILHO SEGUNDA SAFRA	288
RESUMO	288
ABSTRACT	288
INTRODUÇÃO	29
MATERIAL E MÉTODOS.....	300
RESULTADOS E DISCUSSÃO	333
CONCLUSÃO	400
REFERÊNCIAS	400

CAPÍTULO 1

BIOESTIMULANTES NA CULTURA DO MILHO PRIMEIRA SAFRA

RESUMO: A cultura do milho tem grande relevância mundial por ser o principal insumo para produção de alimentos. A utilização de bioestimulantes nessa cultura visa melhorar a promoção do crescimento das plantas. Já a nicotinamida favorece processos relacionados ao metabolismo dos vegetais, permitindo também seu desenvolvimento, e consequentemente ambos em conjunto, auxiliam no ganho em produtividade de grãos. O objetivo do trabalho foi avaliar o efeito da aplicação de nicotinamida e fitohormônio via foliar, sobre características de crescimento, componentes de produção e produtividade de grãos da cultura do milho primeira safra. O delineamento experimental foi em blocos casualizados, em esquema fatorial 2x5, com presença e ausência do fitohormônio Stimulate® (citocinina 0,09 g L⁻¹ + ácido giberélico 0,05 g L⁻¹ + ácido 4-indol-3-ilbutírico 0,05 g L⁻¹) na dosagem de 500 mL ha⁻¹ e cinco concentrações de nicotinamida (0, 200, 400, 600 e 800 mg L⁻¹), com quatro repetições. As variáveis avaliadas foram altura de planta, altura de inserção da espiga, diâmetro do colmo, comprimento de espiga, diâmetro de espiga, número de fileiras por espiga, número de grãos por fileira, massa de grãos por planta, massa de mil grãos, índice de espiga e produtividade. A interação entre nicotinamida e fitohormônio aumentou a produtividade da cultura do milho. As variáveis agronômicas altura de plantas, altura de inserção de espiga, diâmetro do colmo e espiga, número de grãos por fileira, massa de grãos por planta, massa de mil grãos e índice de espiga foram influenciadas na concentração média de 400 mg L⁻¹ de nicotinamida na presença de fitohormônios na cultura do milho.

Palavras-chave: Caracteres agronômicos. Produtividade de grãos. Vitamina B3. *Zea mays* L

ABSTRACT: The corn crop is of great relevance worldwide as it is the main input for food production. The use of biostimulants in this culture aims to improve the promotion of plant growth. Nicotinamide, on the other hand, favors processes related to the metabolism of vegetables, also allowing their development and consequently both together, help to increase grain yield. The objective of the study was to evaluate the effect of foliar application of nicotinamide and phytohormone, on growth characteristics, production components and grain

yield of corn culture. The experimental design was done in random blocks, in a 2x5 factorial scheme, with the presence and absence of the phytohormone Stimulate® (cytokinin 0,09 g L⁻¹ + gibberellic acid 0,05 g L⁻¹ + 4-indol-3-ylbutyric acid 0,05 g L⁻¹) in the dosage of 500 mL ha⁻¹ and five concentrations of nicotinamide (0, 200, 400, 600 e 800 mg L⁻¹), with four repetitions. The variables evaluated were plant height, height of ear insertion, culm diameter, ear length, ear diameter, number of rows per ear, number of grains per row, mass of grains per plant, mass of one thousand grains, rate of ear and productivity. The interaction between nicotinamide and phytohormone increased the productivity of the corn culture. The agronomic variables of plant height, height of ear insertion, culm and ear diameter, number of grains per row, mass of grains per plant, mass of one thousand grains and ear rate were influenced by the average concentration of 400 mg ha⁻¹ of nicotinamide in the presence of phytohormones in corn culture.

Keywords: Agronomic characters. Grain productivity. Vitamin B3. *Zea mays* L.

INTRODUÇÃO

O milho (*Zea mays* L.) é uma cultura de grande relevância no Brasil e no mundo, por ser o principal insumo de cadeias produtivas alimentares, tanto humana, quanto animal (EMBRAPA, 2019). A cultura destaca-se no agronegócio brasileiro por seu crescente aumento produtivo e é caracterizado por propiciar o cultivo em safra e safrinha, ocupando um espaço abrangente do território nacional, totalizando produção recorde de 101 milhões de toneladas na safra 2019/20 (CONAB, 2020).

Diversas tecnologias e práticas de manejo têm sido utilizadas para incrementar a produtividade da cultura do milho. Entre tais práticas, destacam-se o uso de bioestimulantes, que são compostos oriundos da mistura de dois ou mais reguladores vegetais, sendo eles auxina, citocinina e giberelina, além de aminoácidos, nutrientes e vitaminas, que, em conjunto, agem na diferenciação, divisão e alongamento celular, promovendo maior tolerância a estresses bióticos, melhorando o desenvolvimento da parte aérea e do sistema radicular das plantas (MARTINS et al., 2016).

O bioestimulante Stimulate® que contém os fitohormônios auxina, citocinina e giberelina são aplicados visando à melhoria da eficiência do uso de nutrientes pelas plantas, responsáveis por estimular processos naturais de nutrição para melhor absorção de tais

elementos. Caracterizam-se então, como uma maneira sustentável de aperfeiçoar a produção de sistemas de cultivo, diminuindo o uso de insumos químicos (CALVO et al., 2014).

A nicotinamida possui funções como precursoras de moléculas bioativas, nicotinamida adenina dinucleotídeo (NAD) e nicotinamida adenina dinucleotídeo fosfato (NADP), agindo como cofatores em reações consideráveis para o metabolismo celular e respiratório (KIRKLAND; MEYER-FICCA, 2018).

As vitaminas do complexo B vêm sendo estudadas por proporcionarem maior resistência dos tecidos vegetais, mesmo quando utilizadas em quantidades mínimas. Dentre elas, a nicotinamida é responsável pelo transporte de energia na célula vegetal, contribuindo indiretamente para o crescimento e desenvolvimento das plantas (DONG et al., 2015). Nesse contexto, a aplicação foliar desse composto tem demonstrado eficiência para incrementar características relacionadas à produção, por ser aplicado diretamente sobre os tecidos vegetais (BERGLUND et al., 2016).

A utilização de bioestimulante proporciona ganhos de produtividade por sua ação conjunta no sistema radicular e na parte aérea, enquanto a utilização de nicotinamida favorece processos relacionados ao metabolismo dos vegetais e consequentemente, permitindo seu desenvolvimento e crescimento (MARTINS et al., 2016; BERGLUND et al., 2016). A ação conjunta dos fatores está indiretamente relacionada às condições climáticas, assim, essa vitamina possibilita na cultura do milho, uma maior tolerância ao estresse hídrico, como em tratamento de pré-semadura em soluções vitamínicas reduzem o estresse salino do no desenvolvimento inicial de milho doce (VENDRUSCOLO E. P.; SELEGUINI, A., 2020).

Diante do exposto a utilização de nicotinamida na presença de fitohormônio pode melhorar os aspectos relacionados às características agrônômicas da cultura do milho. Dessa forma, o objetivo do trabalho foi avaliar o efeito da aplicação de nicotinamida e fitohormônio, via foliar, sobre características de crescimento, componentes de produção e produtividade de grãos.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em área da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, câmpus de Chapadão do Sul-MS, com latitude de 18°48'459'' Sul, longitude de 52°36'003'' Oeste e altitude de 820 metros. O solo da área experimental foi classificado como Latossolo Vermelho distrófico (EMBRAPA, 2018). O clima da região, segundo

Köppen é do tipo tropical úmido (Aw), com estação chuvosa no verão e seca no inverno e precipitação média anual de 1.850 mm, com temperatura média anual variando de 13°C a 28°C (CUNHA et al., 2013). Foram obtidos os dados de temperatura e precipitação durante o período de condução do experimento (Figura 1).

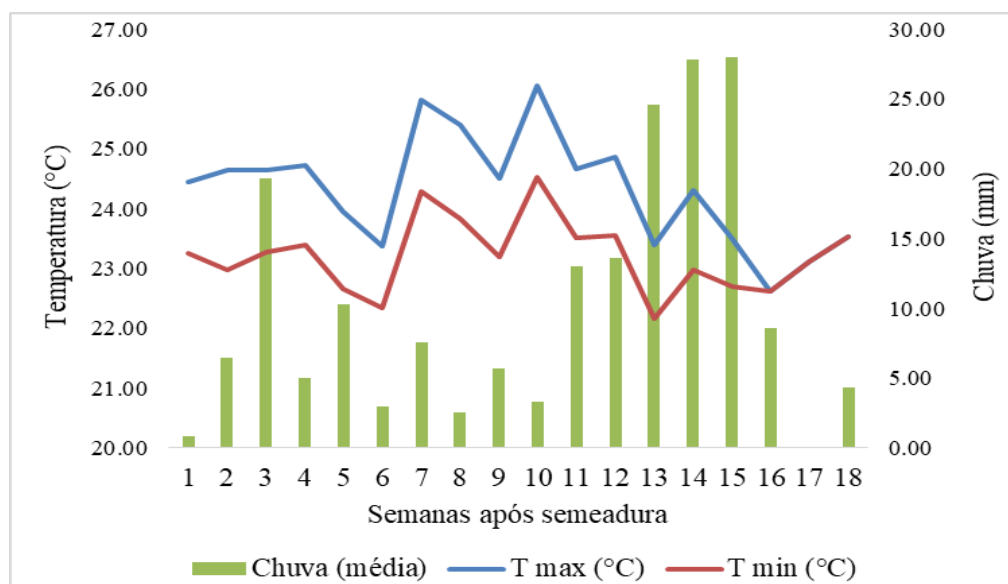


Figura 1. Médias de temperatura máxima, temperatura mínima e índice pluviométrico na área experimental do Câmpus da Universidade Federal do Mato Grosso do Sul-MS, durante o período de 12/11/2019 à 16/03/2020. Fonte: INMET.

O delineamento utilizado para o experimento foi de blocos casualizados, em esquema fatorial 2x5, com presença e ausência do fitohormônio Stimulate® (citocinina 0,09 g L⁻¹ + ácido giberélico 0,05 g L⁻¹ + ácido 4-indol-3-ilbutírico 0,05 g L⁻¹) na dosagem de 500 mL ha⁻¹ e cinco concentrações de nicotinamida (0, 200, 400, 600 e 800 mg L⁻¹), com quatro repetições. A aplicação dos tratamentos foi realizada por via foliar, aplicando-os quando a planta chegou em estágio V5. Foi utilizado um pulverizador costal de 8 litros com pressão constante e vazão de 200 L ha⁻¹.

As parcelas experimentais foram constituídas por sete linhas de cinco metros de comprimento espaçadas de 0,45 m entre si. A área útil da parcela foi considerada pelas três linhas centrais. O híbrido utilizado foi o FS450 PW, com características de potencial produtivo, superprecocidade, sanidade de grãos, empalhamento e qualidade de colmo (FORSEED, 2018).

A área utilizada foi de cultivo convencional, sendo preparada com uma aração e duas gradagens. Antes da instalação do experimento foram realizadas as coletas de solo na camada 0-20 cm, retirando-se 20 amostras simples com auxílio de um trado e homogeneizadas para

obtenção da amostra composta. Na análise de solo foram observados os seguintes valores: pH (CaCl_2) = 5,3; P, K, S, Zn, Cu, Fe, Mn e B = 23,2, 62, 4,2, 5,7, 1,4, 50, 15,2 e 0,16 mg dm^{-3} , respectivamente; Ca, Mg, H+Al e CTC = 2,20, 0,50, 5,4 e 8,3 cmolc dm^{-3} , respectivamente; V% = 34,6 e MO = 29 g dm^{-3} .

Antes da semeadura foi realizada a correção do solo com calcário dolomítico com PRNT de 90%, aplicando-se 2,6 t ha^{-1} , para elevar a saturação de bases a 70%. A semeadura foi realizada em 12 de novembro de 2019, com semeadora de sete linhas tratorizadas. Juntamente com a distribuição de três sementes por metro na semeadura, foi aplicado 230 kg ha^{-1} do adubo MAP (10% de N e 46% de P_2O_5). Em cobertura, no estágio V4 foram aplicados 80 kg ha^{-1} de K_2O e 140 kg ha^{-1} de N, utilizando cloreto de potássio e ureia, respectivamente.

Para o controle de plantas daninhas foi utilizado o herbicida Glifosato Nortox[®] na dosagem de 1 L ha^{-1} , aos 18 dias após a emergência (DAE). No mesmo dia, foi feito o controle de insetos, aplicando o produto Connect[®] na dosagem de 800 mL ha^{-1} .

No estágio de pendramento foram realizadas avaliações altura de planta (ALT), altura de inserção da primeira espiga (ALTE) e diâmetro do colmo (DC). A altura foi determinada a partir da base da planta até o final do pendão para ALT e da base da planta até a altura da primeira espiga para ALTE, com auxílio de uma mira topográfica. O diâmetro do colmo foi medido com paquímetro digital, posicionado acima das raízes adventícias a partir da base da planta. Os dados de ALT, ALTE e DC foram obtidos a partir de avaliações em dez plantas da área útil da parcela.

Após a maturação do milho foram realizadas as avaliações de comprimento (CE) e diâmetro da espiga (DE), com paquímetro digital; número de fileiras por espiga (NF); número de grãos por fileira (NGF) e massa de grãos por planta (MGP), avaliados em três espigas; massa de mil grãos (MMG), obtida a partir da contagem e pesagem de mil grãos por parcela e; produtividade (PROD) realizada a partir da colheita e trilha da área útil de cada parcela, com correção de umidade dos grãos para 13%. Para obter o índice de espiga (IE), todas as plantas foram contadas em toda área útil da parcela (número de plantas por parcela – NPP) e o número total de espigas por parcela (número de espigas por parcela – NEP). O índice foi obtido pela relação entre essas variáveis ($\text{IE} = \text{NPP}/\text{NEP}$).

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância a partir do software Sisvar (FERREIRA, 2011). As médias qualitativas foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade e as médias quantitativas foram comparadas por regressão, a 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A interação entre os fatores nicotinamida, na presença ou ausência de fitohormônio foi significativa para massa de grãos por planta, massa de mil grãos e produtividade (Tabela 1). As variáveis altura de planta, altura de espiga, diâmetro de espiga e número de fileiras por espiga foram influenciadas pelos fatores separadamente, enquanto o comprimento de espiga foi influenciado apenas pela presença ou ausência de fitohormônio. O diâmetro do colmo, o número de grãos por fileira e o índice de espiga foram influenciados apenas pelas concentrações de nicotinamida (Tabela 1).

Tabela 1. Anova para altura de planta (ALT), altura de inserção da espiga (ALTE), diâmetro do colmo (DC), comprimento de espiga (CE), diâmetro de espiga (DE), número de fileiras por espiga (NFE), número de grãos por fileira (NGF), massa de grãos por planta (MGP), massa de mil grãos (MMG), índice de espiga (IE) e produtividade (PROD) para a interação entre Fitohormônio (F) e Nicotinamida (N) na cultura do milho.

FV	ALT	ALTE	DC	CE	DE	NFE	NGF	MGP	MMG	IE	PROD
F	0,00*	0,00*	0,14 ^{ns}	0,01*	0,01*	0,00*	0,33 ^{ns}	0,00*	0,00*	0,40 ^{ns}	0,05 ^{ns}
N	0,00*	0,00*	0,02*	0,08 ^{ns}	0,00*	0,01*	0,04*	0,00*	0,00*	0,00*	0,00*
F x N	0,34 ^{ns}	0,41 ^{ns}	0,95 ^{ns}	0,09 ^{ns}	0,07 ^{ns}	0,57 ^{ns}	0,05 ^{ns}	0,00*	0,00*	0,76 ^{ns}	0,00*
CV%	1,85	1,60	1,69	2,56	1,58	5,68	2,20	1,94	1,85	1,91	1,18

* significativo e ^{ns} não significativo pelo teste F ao nível 5% de probabilidade.

Para as variáveis altura de planta e número de fileiras por espiga as concentrações 200 e 400 mg L⁻¹ apresentaram incremento na presença de fitohormônio (Tabela 2). Para variável altura de inserção da espiga, a presença de fitohormônio incrementou nas cinco concentrações aplicadas de nicotinamida (Tabela 2).

A presença de Stimulate[®] acrescentou a variável comprimento de espiga na concentração de 600 mg L⁻¹ de nicotinamida (Tabela 2). O incremento aos fatores que compõem a produtividade do milho pode ser relacionado ao comprimento de espiga, no qual é relativo aos metabólitos secundários, também responsáveis pelo crescimento e desenvolvimento vegetal (TAIZ et al., 2017).

A variável diâmetro de espiga aumentou com a presença de fitohormônio na concentração de 400 mg L⁻¹ de nicotinamida (Tabela 2). Enquanto a presença de fitohormônio promove aumento da atividade hormonal, como a vitalidade das raízes e por consequência,

maior absorção de nutrientes, favorecendo assim, desde o aumento da síntese de clorofila, até o crescimento e desenvolvimento dos vegetais (LIU; COOPER, 2000).

Tabela 2. Desdobramento de Fitohormônio dentro de Nicotinamida para as variáveis altura de planta (ALT), altura de espiga (ALTE), comprimento de espiga (CE), diâmetro de espiga (DE), número de fileiras por espiga (NF) para a cultura do milho.

Nicotinamida	ALT (m)		ALTE (m)		CE (cm)		DE (cm)		NFE	
	Com	Sem	Com	Sem	Com	Sem	Com	Sem	Com	Sem
0	2,65 a	2,61 a	1,24 a	1,19 b	18,59 a	18,34 a	4,69 a	4,68 a	15,50 a	15,00 a
200	2,72 a	2,65 b	1,28 a	1,23 b	18,86 a	19,17 a	4,76 a	4,80 a	17,00 a	15,50 b
400	2,84 a	2,69 b	1,32 a	1,26 b	19,09 a	18,78 a	4,85 a	4,70 b	17,50 a	16,00 b
600	2,70 a	2,64 a	1,36 a	1,30 b	19,52 a	18,52 b	4,76 a	4,62 a	16,00 a	15,50 a
800	2,66 a	2,60 a	1,42 a	1,34 b	18,98 a	18,20 a	4,64a	4,55a	15,50 a	15,00 a

Médias seguidas de letras diferentes na mesma linha se diferenciam estatisticamente pelo teste de Tukey ao nível 5% de probabilidade.

A variável altura de planta foi incrementada pelas concentrações de nicotinamida até a concentração máxima calculada de 400 mg L⁻¹ (Figura 2). A aplicação de vitaminas sobre os tecidos vegetais é relacionada com o aumento das atividades metabólicas, sendo a nicotinamida responsável pelo transporte de energia na célula vegetal, contribuindo indiretamente através da expansão e alongamento, o crescimento e desenvolvimento das plantas (DONG et al., 2015).

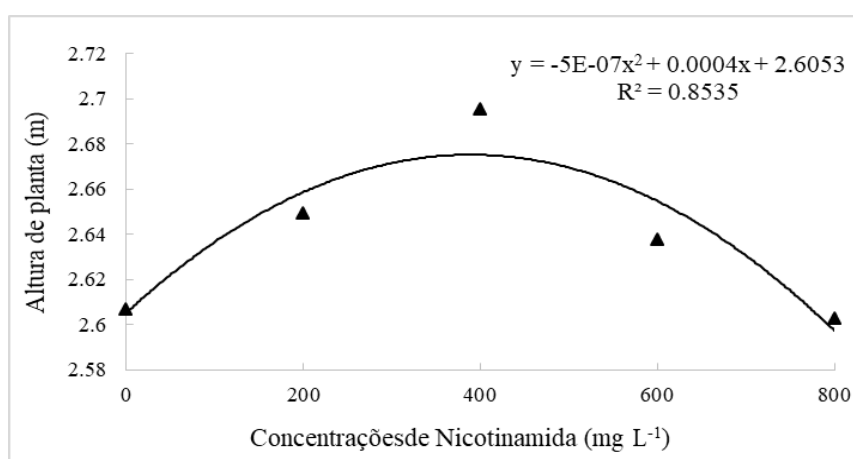


Figura 2. Altura de plantas de milho de acordo com as concentrações de nicotinamida.

As concentrações de nicotinamida influenciaram a altura de inserção da espiga, sendo que houve incremento da característica à medida que se elevou a concentração da vitamina (Figura 4). Em trabalho realizado por El-Bassiouny et al. (2014), os autores estudaram a aplicação de ácido húmico e nicotinamida na cultura do trigo e observaram que a presença de nicotinamida proporcionou aumento significativo da presença de ácido indol-acético e consequentemente, as taxas de crescimento, devido o papel desse hormônio na estimulação da divisão celular, possibilitando atividades metabólicas e desse modo, acelerando o rendimento das culturas.

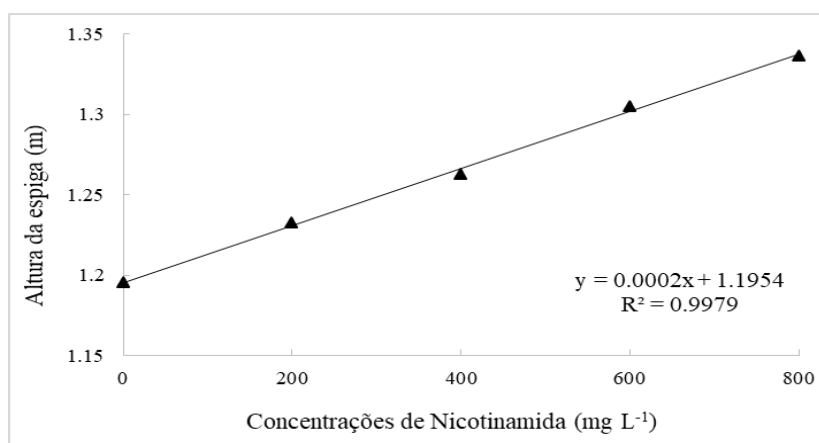


Figura 3. Altura de inserção da espiga de milho de acordo com as concentrações de nicotinamida.

O diâmetro do colmo foi influenciado pela nicotinamida, observando-se que, conforme aumentava as concentrações de nicotinamida, houve aumento do diâmetro do colmo (Figura 4). O progresso do diâmetro do colmo estabelece um significativo aspecto fisiológico, sendo que o colmo também funciona como uma estrutura de armazenamento de carboidratos que em seguida serão utilizados na produção de grãos, logo, influenciando na produtividade (CARMO et al., 2012). Em estágio V5, ocorre o alongamento mínimo do colmo e, a aplicação de fitohormônio nesse período está relacionada com a divisão, diferenciação e alongamento celular, influenciando positivamente nas variáveis agrônômicas (MARTINS et al., 2016).

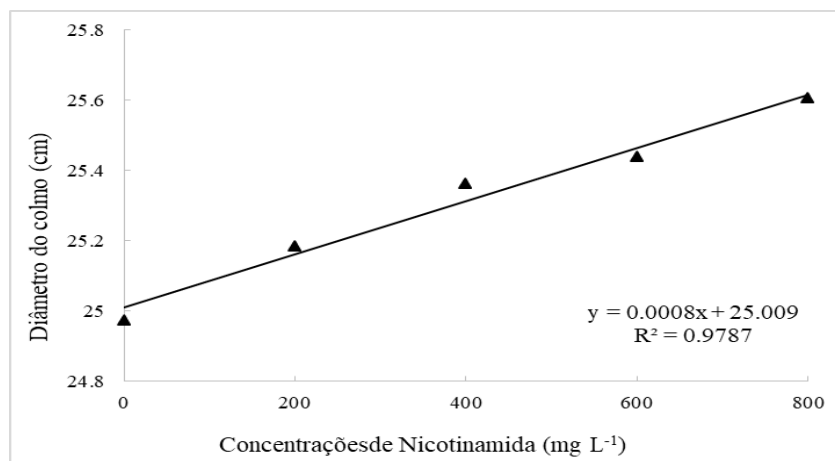


Figura 4. Diâmetro do colmo das plantas de milho de acordo com as concentrações de nicotinamida.

O diâmetro da espiga foi favorecido pelas concentrações de nicotinamida até a máxima calculada de 200 mg L⁻¹ (Figura 5). A capacidade da nicotinamida de contribuir com processos metabólicos secundários pode estar associada ao aumento de atividades metabólicas e logo, ao crescimento das partes vegetais, principalmente pelo fato do tratamento vitamínico acrescentar nos teores de carboidrato, aumentando assim, o tamanho dos grãos e diâmetro da espiga (EL-BUSSIONY, 2005).

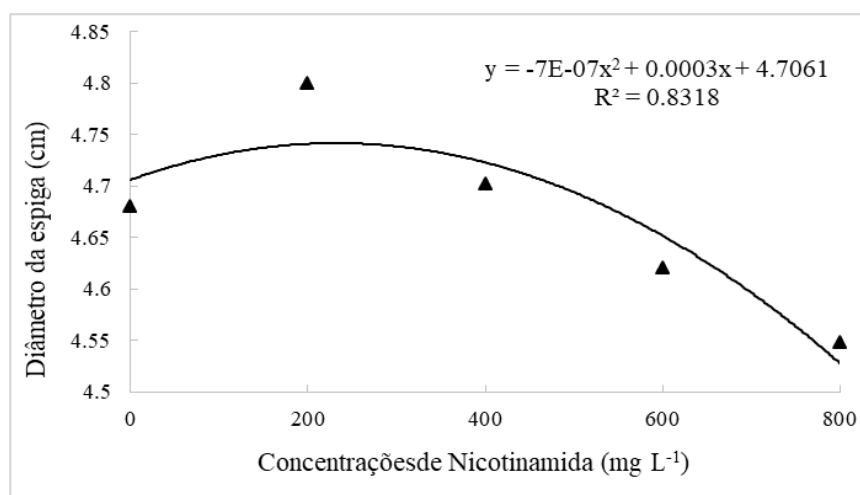


Figura 5. Diâmetro das espigas de milho de acordo com as concentrações de nicotinamida.

O número de fileiras por espiga foi influenciado pelas concentrações de nicotinamida com a concentração máxima calculada de 400 mg L⁻¹ (Figura 6). A combinação de dois ou mais reguladores e substâncias químicas como aminoácidos, sais minerais, vitaminas e nutrientes aplicados sobre os tecidos vegetais, fazem dos fitohormônios substâncias benéficas para a cultura do milho. Em trabalho realizado por Dourado Neto et al. (2014), o uso do

bioestimulante Stimulate® proporcionou incremento no número de grãos por espiga e número de grãos por fileira, como observado nesse trabalho.

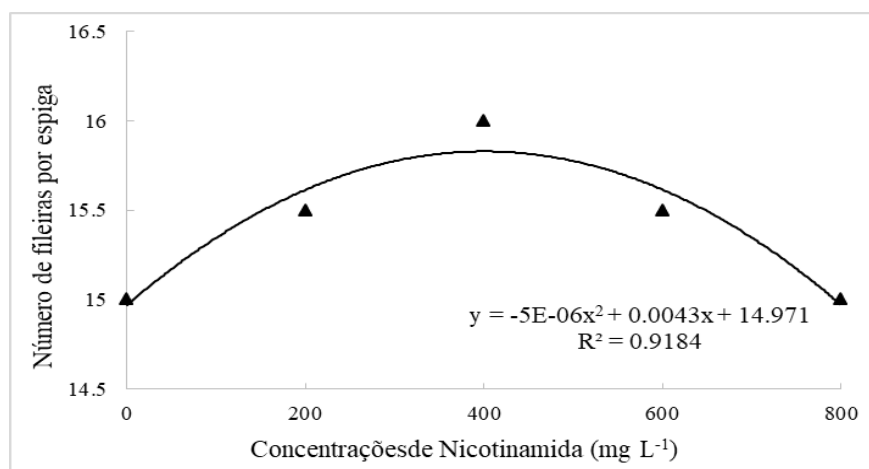


Figura 6. Número de fileiras por espigas de milho de acordo com as concentrações de nicotinamida.

O número de grãos por fileira tem a definição completa no período de pré-florescimento (em torno do estágio R1), segundo Ritchie et al. (2003). Nesse período, a planta já atingiu praticamente metade do seu ciclo e, conforme o fitohormônio Stimulate® já aplicado, o milho em contato com os hormônios absorvendo-os e atuando no metabolismo, é capaz de aumentar o número de grãos por fileira (DOURADO NETO et al. 2014). O mesmo ocorreu nesse trabalho, onde o número de grãos por fileira foi acrescentado pelas concentrações de nicotinamida até a máxima calculada de 200 mg L⁻¹ (Figura 7).

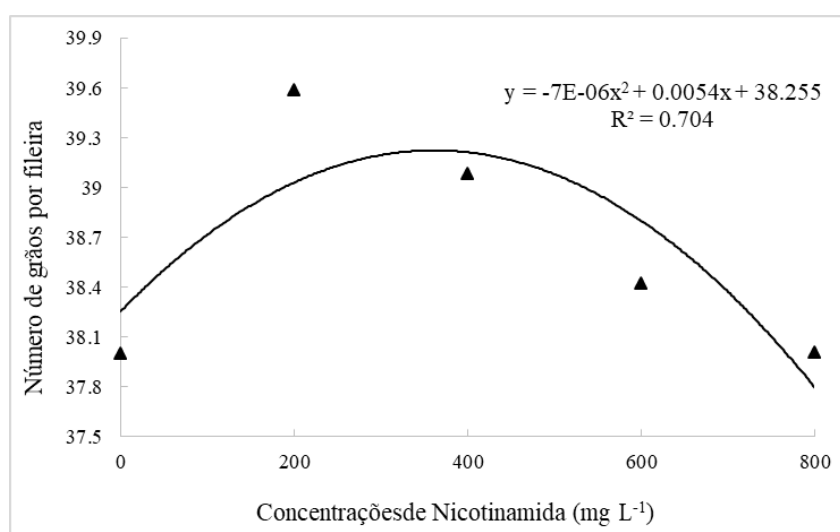


Figura 7. Número de grãos por fileiras nas espigas de milho de acordo com as concentrações de nicotinamida.

A massa de grãos por planta aumentou até a concentração máxima de 600 mg L⁻¹ (Figura 8). Segundo El-Bassiouny et al. (2014), o tratamento com vitamina do complexo B como a nicotinamida, promove maiores níveis de carboidratos, por sua ação proteger o aparelho e os pigmentos fotossintéticos, somando as atividades metabólicas relevantes para o crescimento através do aumento da divisão celular, melhorando assim a produtividade. O mesmo ocorreu com a massa de mil grãos, onde a interação entre as concentrações de nicotinamida na presença de fitohormônio proporcionou incremento até a concentração máxima de 600 mg L⁻¹ (Figura 9).

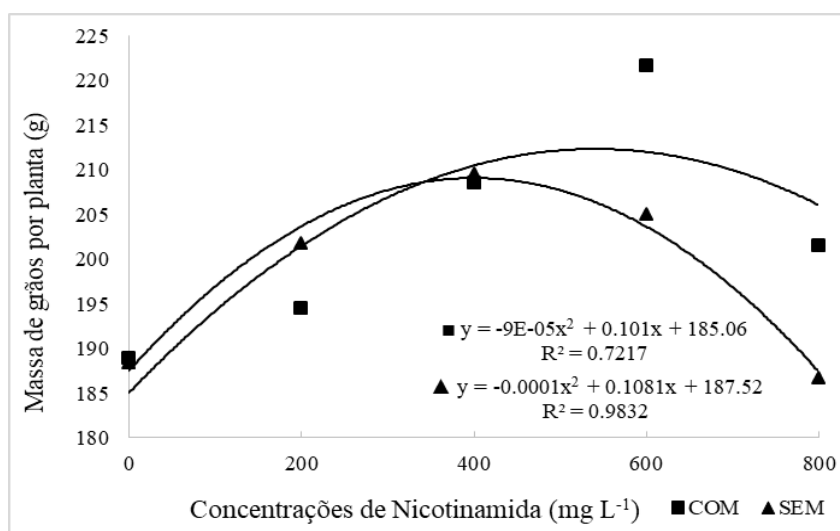


Figura 8. Massa de grãos por planta de milho de acordo com as concentrações de nicotinamida na presença e ausência de fitohormônio.

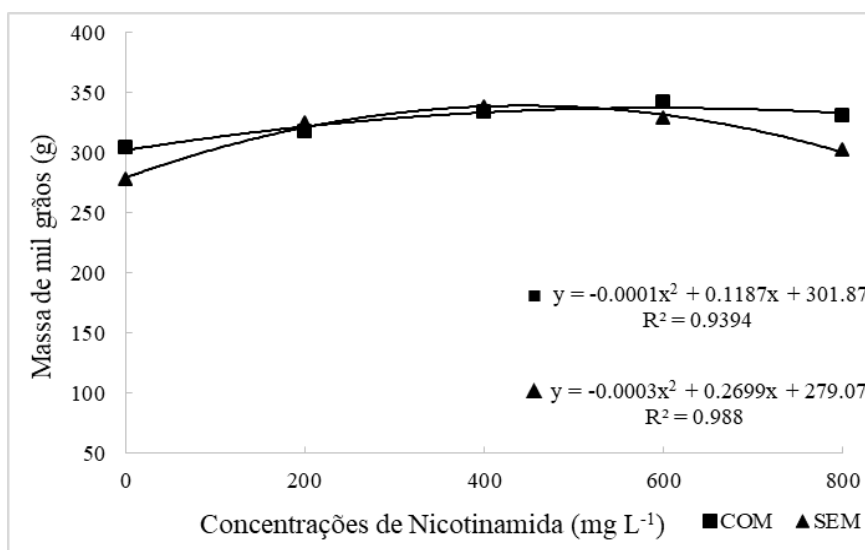


Figura 9. Massa de mil grãos de milho de acordo com as concentrações de nicotinamida na presença e ausência de fitohormônio.

O índice de espiga obteve um acréscimo pelas concentrações de nicotinamida na máxima concentração calculada de 397,2 mg L⁻¹ (Figura 10). Em trabalho realizado por Lima et al. (2020), os autores trabalhando com doses de fitohormônio no tratamento de sementes de milho doce, reportaram aumento no índice de espigas de milho, elevando assim, os rendimentos da cultura, resultando na melhor utilização da área plantada.

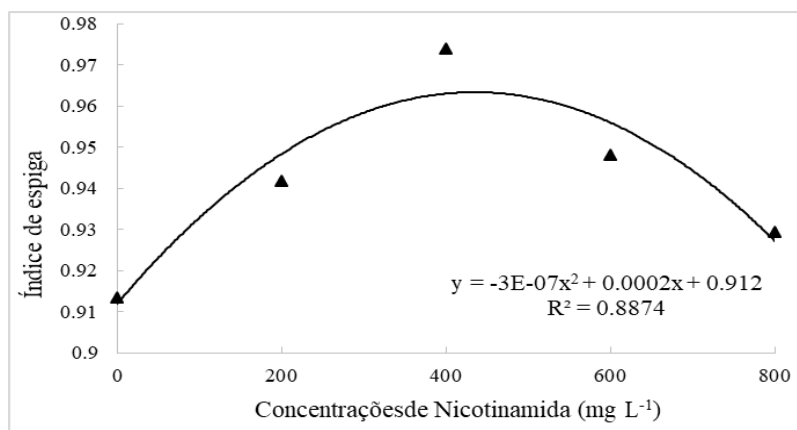


Figura 10. Índice de espiga de milho de acordo com as concentrações de nicotinamida.

A produtividade de grãos foi influenciada pela interação das concentrações de nicotinamida na presença de fitohormônio, onde, conforme se aumenta a concentração de nicotinamida, há aumento da produtividade de grãos de milho (Figura 11). Os fitohormônios são caracterizados como produtos que proporcionam maior crescimento de parte aérea e desenvolvimento de raízes, favorecendo a absorção de nutrientes e a fotossíntese, por consequência aumentam a produtividade de grãos (MARTINS et al., 2016). Já a nicotinamida é uma vitamina, grupo químico de compostos orgânicos considerados essenciais, onde pertencente ao complexo B, atua no transporte de energia dentro da célula, além de apresentar atividade como cofator enzimático (DONG et al., 2015).

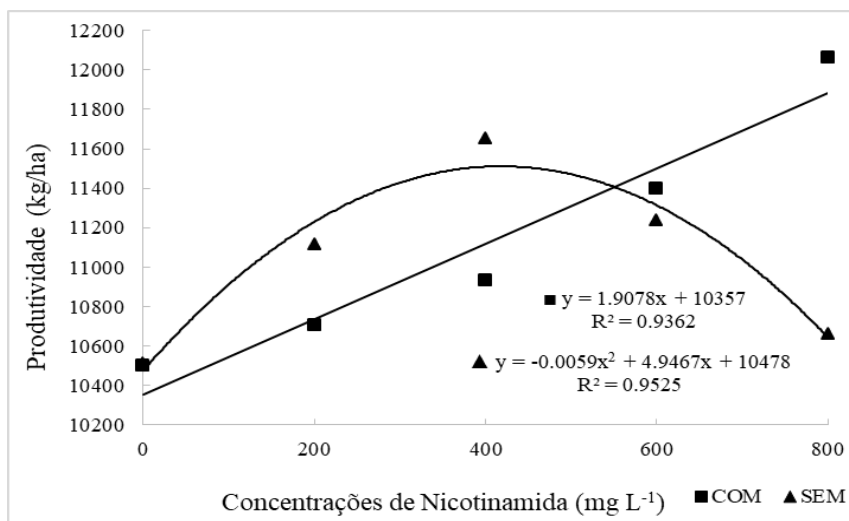


Figura 11. Produtividade de grãos de milho de acordo com as concentrações de nicotinamida na presença e ausência de fitohormônio.

A nicotinamida adenina dinucleotídeo (NAD^+) é um composto essencial em todos os organismos vivos, envolvido em transações energéticas, sinalização celular e em diversas reações na forma de coenzima, sendo que, por conta de seu poder redutor, pode modificar aspectos importantes do crescimento e desenvolvimento vegetal (RASMUSSORI; WALLSTRÖM, 2010). Por conta de sua importância em todas as organelas e funções celulares, a aplicação da nicotinamida se apresenta como uma forma de aumentar a concentração dessa vitamina e proporcionar incremento na cultura do milho, enquanto a presença de fitohormônio potencializa a ação de fitohormônios, permitindo que as células vegetais contenham insumos para realização de suas atividades.

Observou-se no presente trabalho que a aplicação de nicotinamida via aérea na cultura do milho proporcionou incremento em praticamente todas as variáveis estudadas. A produtividade da cultura apresentou interação significativa entre as concentrações de nicotinamida e fitohormônio, demonstrando que essa vitamina na presença de fitohormônio proporciona resultados positivos, aumento nos componentes de produção da cultura do milho e consequentemente, sua produtividade de grãos.

CONCLUSÃO

O uso associado de nicotinamida com fitohormônios foi benéfico para as características de massa de grãos por planta, massa de mil grãos e produtividade de grãos de milho. A aplicação da nicotinamida e fitohormônios isoladamente favoreceram as características de crescimento e os componentes de produção como as variáveis altura de plantas, altura de

inserção de espiga, diâmetro de espiga e número de fileiras por espiga, exceto o comprimento de espiga para nicotinamida e o diâmetro de colmo, número de grãos por fileira e índice de espiga para o fitohormônio. A maior produtividade de grãos de milho foi alcançada com a concentração de 800 mg L⁻¹ de nicotinamida, na presença dos fitohormônios.

REFERÊNCIAS

BERGLUND, T. et al. Protection os spruce seedlings against pine weevil attack by treatment of seeds or seelings with nicotinamide nicotinic acid and jasmonic acid. **Forestry**, v. 89, p. 127-135, 2016. <https://doi.org/10.1093/forestry/cpv040>.

CALVO, P. et al. Agricultural uses of plant bioestimulants. **Plant Soil**, v. 383, n. 1, p. 3-41, 2014.

CARMO, S. M. et al. Concentrações e fontes de nitrogênio no desenvolvimento e produtividade da cultura do milho doce (Zea mays convar. Saccharata var. rugosa). **Biosciences Journal**, v. 28, ed.1, p. 223-231, 2012.

CONAB – **Companhia Nacional de Abastecimento**. Acomp. Safra brasileira de grãos. v. 7 – safra 2019/20 – n. 9. Nono levantamento, Junho de 2020.

CUNHA, F. F. et al. Métodos para estimativa da evapotranspiração de referência para Chapadão do Sul – MS. **Engenharia na Agricultura**, v. 21, p. 159-172, 2013.

DONG, W. et al. Enhancement of thiamin contente in Arabidosis thaliana by metabolic engineering. **Plant and Cell Physiology**, v. 56, n. 12. P. 2285-2296, 2015.

DOURADO NETO, D. et al. Ação de bioestimulante no desempenho agrônômico de milho e feijão. **Bioscience Journal**, v. 30, n. 3, p. 371-379, 2014.

EL-BASSIOUNY, H. S. M.; BAKRY, B. A.; ATTIA, A. A. E. M.; ALLAH, M. M. A. Physiological role of humic acid and nicotinamide on improving plant growth, yield, and mineral nutrient of wheat (Triticum durum) grown under newly reclaimed sandy soil. **Agricultural Sciences**, Cambridge, v. 5, n. 8, p.687-700, 2014.

EMBRAPA – **Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária**. Cultivo do Milho. 2019. Disponível em:

<https://www.spo.cnptia.embrapa.br/conteudo?p_p_id=conteudoportlet_WAR_sistemasdeproducaolf6_1ga1ceportlet&p_p_lifecycle=0&p_p_state=normal&p_p_mode=view&p_p_col_id=column-2&p_p_col_pos=1&p_p_col_count=2&p_r_p_-76293187_sistemaProducaoId=3821&p_r_p_-996514994_topicoId=3723>. Acesso em: 06 Jun 2020.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 5 ed., re. e ampl. –Brasília, DF: Embrapa, 2018.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, 2011.

FORSEED – **Característica do híbrido**. 2018. Disponível em: <<https://www.forseedsementes.com.br/portfolio/produtos/fs450pw/>>. Acesso em: 08 Jun de 2020.

KIRKLAND, J. B.; MEYER-FICCA, M. L. Niacin. Adv. **Food Nutr. Res**, ed. 83:83 – p. 149, 2018.

LIMA, S. F. et al. Development and production of sweet corn applied with biostimulant as seed treatment. **Horticultura Brasileira**, v. 38, n. 1, p. 94-100, 2020.

LIU, C.; COOPER, R. J. Humic Substances Influence Creeping Bentgrass Growth. **Golf Course Management**, v. 1, p. 49-53, 2000.

MARTINS, A. G. et al. Aplicação de bioestimulante em sementes de milho cultivado em solos de diferentes texturas. **Scientia Agraria Paranaensis**, v. 15, n. 4, p. 440-445, 2016.

RASMUSSEN, A. G.; WALLSTRÖM, S. V. Involvement of mitochondria in the control of plant cell NAD(P)H reduction levels. **Biochem Soc Trans**, v. 38, n. 1, p. 661–666, 2010.

RITCHIE, S. W.; HANWAY, J. J; BENSON, G. O. Como a planta de milho se desenvolve. Goiânia: **POTAFOS**, p. 20 (Informações agronômicas, 103). 2003.

TAIZ, L. et al. **Fisiologia e Desenvolvimento Vegetal**. 6. Ed. – Porto Alegre: Artmed, 2017.

VENDRUSCOLO, E. P.; SELEGUINI, A. Effects of vitamin pré-sowing treatment on sweet maize seedlings irrigated with saline water. **Acta Agronômica**, ed. 69 (1), p. 20-25, 2020.

CAPÍTULO 2

BIOESTIMULANTES NA CULTURA DO MILHO SEGUNDA SAFRA

RESUMO: O milho segunda safra possui grande relevância, resultando num alto valor da produção. O Stimulate® destina-se ao aumento da absorção de água e nutrientes, permitindo assim resistência ao estresse hídrico, no qual o milho segunda safra está sujeito. As vitaminas como nicotinamida agem no metabolismo vegetal, auxiliando indiretamente no crescimento e desenvolvimento vegetativo. Objetivou-se com este trabalho, avaliar o efeito da aplicação de nicotinamida e fitohormônio via foliar, sobre as características de crescimento e produtividade do milho segunda safra. O delineamento experimental foi em blocos casualizados em esquema fatorial 2x5, analisando a presença e ausência do bioestimulante Stimulate® na dosagem de 500 mL ha⁻¹ e como segundo fator, cinco concentrações de nicotinamida (0, 200, 400, 600 e 800 mg L⁻¹), com quatro repetições e aplicação realizada por via foliar. Em estádio de pendoamento foram realizadas as avaliações altura de planta, altura de inserção da primeira espiga, diâmetro do colmo, índice relativo de clorofila, área foliar, massa seca de colmo e massa seca de folhas. Após a maturação do milho realizou-se as avaliações de comprimento de espiga, diâmetro de espiga, número de fileira por espiga, número de grãos por fileira, massa de mil grãos e produtividade. A utilização de nicotinamida e fitohormônios associados ou isoladamente foi capaz de promover ganhos para as características de crescimento, de espiga, de componentes de produção e produtividade de grãos de milho de segunda safra. A concentração de 800 mg L⁻¹ de nicotinamida foi a que proporcionou maior rendimento de grãos de milho.

Palavras-chave: Milho safrinha. Regulador de crescimento. Vitaminas. *Zea mays*.

ABSTRACT: Second crop corn has great relevance, resulting in a high production value. Stimulate® is intended to increase the absorption of water and nutrients, thus allowing resistance to water stress, to which second crop corn is subject. Vitamins such as nicotinamide act on plant metabolism, indirectly aiding growth and vegetative development. The objective of this work was to evaluate the effect of the application of nicotinamide and phytohormone via leaf, on the growth and productivity characteristics of second crop corn. The experimental

design was in randomized blocks in a 2x5 factorial scheme, analyzing the presence and absence of the stimulating biostimulant in the dosage of 500 mL ha⁻¹ and as a second factor, five concentrations of nicotinamide (0, 200, 400, 600 e 800 mg L⁻¹), with four repetitions and applications carried out by leaf. At planting stage, plant height, height of insertion of the first ear, stem diameter, relative chlorophyll index, leaf area, dry stem and leaf dry matter were evaluated. After corn maturation, ear length, ear diameter, number of grains per ear, number of grains per row, mass of one thousand grains and productivity were measured. The use of nicotinamide and phytohormones associated or alone was able to promote gains for the characteristics of growth, ear, production components and productivity of second crop corn grains. The 800 mg L⁻¹ concentration of nicotinamide provided the highest yield of corn kernels.

Keywords: Growth regulator. Vitamins. *Zea mays*. Winter corn crop.

INTRODUÇÃO

O Brasil apresenta números expressivos para a cultura do milho, com uma área de cultivo chegando a 18,5 mil hectares e produção de 102,5 milhões de toneladas na safra 2019/20 (CONAB, 2020). A cultura do milho desempenha papel fundamental no agronegócio brasileiro, sendo considerado um dos mais importantes cereais cultivados e consumido (DOURADO NETO et al., 2014).

O Brasil apresenta três safras de milho, sendo as duas primeiras mais expressivas: a safra de verão (primeira safra) e a safra da seca (segunda safra). No passado, o milho segunda safra era cultivado para subsistência, pela baixa produção e menos investimentos. Atualmente sua produtividade se associa aos cultivos comerciais com base em tecnologias inovadoras, essenciais no agronegócio, com expansão no território nacional, com estimativa de 75,9 milhões de toneladas na segunda safra (CONAB, 2020; EMBRAPA, 2021).

O milho segunda safra possui grande relevância econômica, justamente pela área plantada ser maior que a área de milho primeira safra e em resultado, o alto valor da produção agrega um maior alcance ao produto, especialmente melhorando a renda dos produtores. A busca pela forma sustentável de melhorar a produtividade das culturas vem sendo motivo de estudos, dentre eles, a utilização de bioestimulantes vegetais (PANFILI et al., 2019).

Bioestimulantes ou fitohormônios contêm em sua composição, aminoácidos, nutrientes, vitaminas e hormônios vegetais, destacando-se auxina, citocinina e giberelina. Essas substâncias em conjunto, quando aplicadas em pequenas quantidades para a planta, são

capazes de favorecer o potencial genético por alterações nos processos estruturais, permitindo o equilíbrio hormonal e estimulando um maior aumento do sistema radicular, resultando maior absorção de nutrientes e crescimento da parte aérea, consequentemente aumento na produtividade (MARTINS et al., 2016). O bioestimulante Stimulate[®] por conter os hormônios auxina, citocinina e giberelina destinam-se ao aumento da absorção de água e nutrientes pelas plantas, permitindo assim resistência ao estresse hídrico, no qual o milho segunda safra está sujeito pela menor disponibilidade de luz e menores índices de pluviosidade (CALVO et al., 2014).

A utilização de vitaminas busca amenizar estresses bióticos e abióticos (ABDALLAH et al. 2016), melhorando também características fisiológicas, favorecendo incremento no metabolismo da planta e em reservas nutricionais, permitindo desenvolvimento e crescimento vegetal (TAIZ et al. 2017). Entre as vitaminas, a nicotinamida é proveniente do ácido nicotínico, reconhecida por constituir o NAD e NADP, principalmente na função de transporte de elétrons no metabolismo celular e respiratório. (KIRKLAND; MEYER-FICCA, 2018).

As vitaminas do complexo B, dentre elas vitamina B3 ou nicotinamida agem no metabolismo vegetal, auxiliando indiretamente no crescimento e desenvolvimento vegetativo através do alongamento celular (DONG et al., 2015). Dessa forma, a aplicação desse composto ocasiona acréscimo nas características produtivas, principalmente em condições adversas, por estar diretamente sobre os tecidos vegetais (BERGLUND et al., 2016).

O milho segunda safra é uma cultura que necessita tolerar estresses bióticos e abióticos, resultado das condições ambientais durante seu cultivo. A utilização de fitohormônio e nicotinamida têm demonstrado suas potencialidades em incrementar a produtividade das culturas. Diante disso, objetivou-se com este trabalho, avaliar o efeito da aplicação de nicotinamida e fitohormônio via foliar, sobre as características de crescimento e produtividade do milho segunda safra.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado em área experimental da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, campus de Chapadão do Sul-MS, de latitude 18°48'459'' Sul e longitude de 52°36'003'' Oeste, com altitude de 820 metros. Segundo a classificação de Köppen, o clima da região é definido como tropical úmido (Aw), onde as chuvas ocorrem durante o verão e inverno seco. De acordo com informações do município, a temperatura média anual varia de 13°C a 28°C e

pluviosidade média anual de 1.850 mm (CUNHA et al., 2013). Os dados obtidos de temperatura e precipitação durante o período de condução do experimento estão representados em Figura 1.

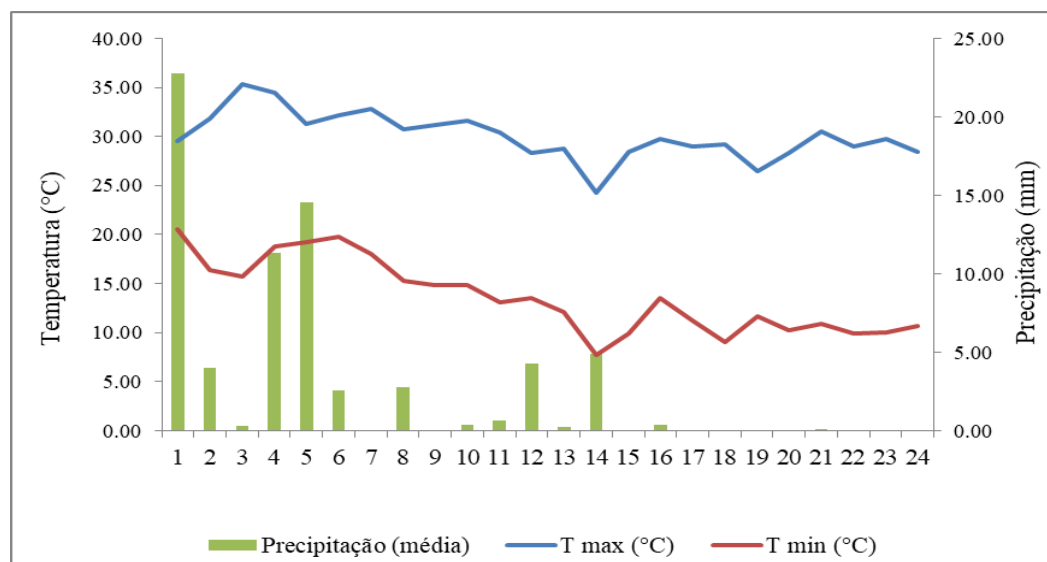


Figura 1. Médias de temperatura máxima, temperatura mínima e índice pluviométrico na área experimental da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Câmpus Chapadão do Sul-MS, durante o período de 21/02/2020 à 05/08/2020. Fonte: INMET.

O solo onde o experimento foi instalado é classificado como Latossolo Vermelho distrófico, conforme o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (EMBRAPA, 2018). Para caracterização do solo da área, anteriormente a instalação do experimento foram feitas amostragem na camada 0-20 cm, coletando 20 amostras simples com ajuda de um trado, em seguida foram homogeneizadas para formar a amostra composta, cujo resultados da análise química encontram-se na tabela 1.

Tabela 1. Resultados das análises químicas da área experimental cultivada com milho. Segunda Safra 2020. Chapadão do Sul - MS.

pH	P(mel)	P(res)	S	MO	K	Ca	Mg
CaCl ₂	Água	-----mg dm ⁻³ -----		g dm ⁻³	-----cmol dm ⁻³ -----		
4,6	ns	11,0	ns	ns	0,28	2,40	0,40
Al	H	Al+H	Micronutrientes (mg dm ⁻³)				
-----cmol dm ⁻³ -----			Fe	Mn	Zn	Cu	B
0,17	4,83	5,00	37	11,8	7,2	1,1	0,26

O delineamento experimental foi em blocos casualizados em esquema fatorial 2x5, analisando a presença e ausência do bioestimulante Stimulate® (citocinina 0,09 g L⁻¹ + ácido giberélico 0,05 g L⁻¹ + ácido 4-indol-3-ilbutírico 0,05 g L⁻¹) na dosagem de 500 mL ha⁻¹ e como segundo fator, cinco concentrações de nicotinamida (0, 200, 400, 600 e 800 mg L⁻¹), com quatro repetições. A aplicação dos tratamentos foi realizada por via foliar, com auxílio de um pulverizador costal de 8 litros com pressão constante e vazão de 200 L ha⁻¹, aplicando-os no estágio V5, onde os primórdios da espiga são iniciados (MAHANNA, et al, 2014).

A instalação das parcelas experimentais foi constituída por cinco linhas de cinco metros de comprimento espaçadas 0,45 entre si. Considerou-se a área útil da parcela somente as três linhas centrais. O híbrido utilizado foi o FS450 PW, caracterizado pelo alto potencial produtivo, superprecocidade, sanidade de grãos, empalhamento e qualidade de colmo (FORSEED, 2018).

A área experimental utilizada foi de plantio direto, em rotação com a cultura da soja. A correção do solo foi realizada com calcário dolomítico com PRNT de 90%, aplicando-se 2,1 t ha⁻¹, para elevar a saturação de bases a 70%, de acordo com a análise do solo (Tabela 1). Antes da semeadura foi feita a dessecação da área utilizando Glifosato (1,0 kg i.a ha⁻¹) + 2,4D (1,0 kg i.a ha⁻¹). A semeadura foi realizada em 21 de fevereiro de 2020, com semeadora de sete linhas tratorizadas. Juntamente com a distribuição de três sementes por metro na semeadura, foram aplicados 230 kg ha⁻¹ do adubo MAP (10% de N e 46% de P₂O₅). Em cobertura, no estágio V4 foram aplicados 80 kg ha⁻¹ de K₂O e 140 kg ha⁻¹ de N, utilizando cloreto de potássio e ureia, respectivamente.

Para controle de ferrugem foram aplicados Ativum® na dosagem de 0,8 L ha⁻¹ e Approach® com dose de 0,3 L ha⁻¹; para o controle de insetos aplicou-se Pirate® na dose 0,5 L ha⁻¹, em estágio V4 e em pendoamento (VT). Como inseticida também foi aplicado Lannate® na dosagem 0,4 L ha⁻¹ em VT. No controle de plantas daninhas foi utilizado o herbicida Glifosato Nortox® na dosagem de 1 L ha⁻¹, aplicados em V4 e VT.

Em estágio de pendoamento foram realizadas as avaliações altura de planta (ALT), altura de inserção da primeira espiga (ALTE) e diâmetro do colmo (DC). Para determinar ALT mediu-se da base da planta até o final do pendão e para ALTE da base da planta até a altura da primeira espiga, ambos com o auxílio de uma mira topográfica. Para medir o DC utilizou-se um paquímetro digital, sendo posicionado acima das raízes adventícias. Os dados destas avaliações foram obtidos a partir de dez plantas da área útil de cada parcela.

Para obtenção de índice relativo de clorofila (IRC), utilizou-se o clorofilômetro de marca Clorofilog[®], no qual foi medido a campo, em estágio de embonecamento (R1), realizadas em cinco folhas de cinco plantas diferentes por parcela, utilizando a folha de inserção da última espiga.

As análises destrutivas foram executadas em estágio de pendramento, sendo obtida a área foliar (AF) da cultura do milho, medindo-se o comprimento e a largura, no centro de cada folha, de todas as folhas de três plantas, para cada dado avaliado foram obtidas as médias totais. Ainda nesse estágio foram realizadas as avaliações de massa seca de folhas (MSF) e massa seca de colmo (MSC). Para obtenção de MSF, todas as folhas, das três plantas que se utilizou para a determinação da área foliar foram cortadas e colocadas em saco de papel para secagem em estufa a 65°C até massa constante, o mesmo procedimento ocorreu para MSC.

Após a maturação do milho realizou-se as avaliações de comprimento de espiga (CE) e diâmetro de espiga (DE), mensuradas por paquímetro digital; número de fileira por espiga (NF), em que são retiradas três espigas antes da trilha de toda a parcela e contadas todas as fileiras das mesmas; número de grãos por fileira (NGF), marcando-se três fileiras em cada uma das três espigas. A massa de mil grãos foi obtida pela contagem e pesagem de mil grãos por parcela e; produtividade (PROD) sendo que todas as plantas da área útil da parcela (três linhas) são colhidas, secas e trilhadas, determinando a massa da parcela e a umidade dos grãos. A massa de grãos foi ajustada 13% de umidade.

Para obter o índice de espiga (IE), todas as plantas foram contadas em toda área útil da parcela (número de plantas por parcela – NPP) e o número total de espigas por parcela (número de espigas por parcela – NEP). O índice é obtido pela relação entre essas variáveis ($IE = NPP/NEP$).

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância a partir do software Sisvar (FERREIRA, 2011). As médias qualitativas foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade e as médias quantitativas foram comparadas por meio de regressão polinomial, a 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A interação entre fitohormônio e nicotinamida foi significativa para altura de plantas, altura de inserção da espiga, diâmetro da espiga e massa de mil grãos (Tabela 2). A utilização de fitohormônio e nicotinamida separadamente foi significativa para diâmetro do colmo, área

foliar, massa seca de folhas, massa seca de colmo, comprimento de espiga e produtividade (Tabela 2). As variáveis índice relativo de clorofila, número de fileiras por espiga e número de grãos por fileira foram significativas apenas para a aplicação de nicotinamida (Tabela 2).

Tabela 2. Anova para altura de planta (ALT), altura de inserção da espiga (ALTE), diâmetro do colmo (DC), área foliar (AF), massa seca de folhas (MSF), massa seca de colmo (MSC), índice relativo de clorofila (IRC), comprimento de espiga (CE), diâmetro de espiga (DE), número de fileiras por espiga (NFE), número de grãos por fileira (NGF), massa de mil grãos (MMG) e produtividade (PROD) para a interação entre Fitohormônio (F) e Nicotinamida (N) na cultura do milho segunda safra.

FV	ALT	ALTE	DC	AF	MSF	MSC	IRC
F	0,00*	0,00*	0,00*	0,00*	0,00*	0,00*	0,11 ^{ns}
N	0,00*	0,00*	0,00*	0,00*	0,00*	0,00*	0,01*
F x N	0,00*	0,01*	0,92 ^{ns}	0,70 ^{ns}	0,95 ^{ns}	0,91 ^{ns}	0,99 ^{ns}
CV%	1,81	1,90	1,34	2,44	3,39	3,60	2,28
FV	CE	DE	NFE	NGF	MMG	PROD	-
F	0,01*	0,00*	0,10 ^{ns}	0,15 ^{ns}	0,00*	0,00*	-
N	0,00*	0,00*	0,00*	0,01*	0,00*	0,00*	-
F x N	0,51 ^{ns}	0,04*	0,49 ^{ns}	0,96 ^{ns}	0,00*	0,40 ^{ns}	-
CV%	2,29	0,96	3,92	3,59	1,16	1,97	-

* significativo e ^{ns} não significativo pelo teste F ao nível 5% de probabilidade.

Com a aplicação do fitohormônio, o diâmetro do colmo apresentou incremento na ausência de nicotinamida e na concentração de 800 mg L⁻¹ (Tabela 3). Nessa concentração de nicotinamida o ganho em aumento do diâmetro de colmo foi 4,7% superior à ausência de aplicação.

A área foliar (Tabela 3) foi sempre superior com a aplicação do fitohormônio em todas as concentrações de nicotinamida, mas aplicação de 800 mg L⁻¹ de nicotinamida proporcionou maior valor de área foliar, estando 11,6% acima do valor obtido sem uso da vitamina. A massa seca de folhas foi superior com o uso de fitohormônio na ausência de nicotinamida e nas concentrações de 400 e 800 mg L⁻¹, sendo que essa última concentração proporciona um ganho de 14,2% quando comparado a ausência do uso da vitamina.

Para massa seca de caule (Tabela 3) apenas a concentração de 800 mg L⁻¹ de nicotinamida não diferenciou com a aplicação de fitohormônio, no entanto, nessa

concentração da vitamina, o ganho em relação a ausência do uso de nicotinamida foi de 7,6%. O comprimento de espiga não foi afetado pela aplicação de fitohormônios em nenhuma concentração de nicotinamida.

Para produtividade de grãos o uso de fitohormônios proporcionou rendimento sempre superior para todas as concentrações de nicotinamida, sendo que o ganho para uso da concentração de 800 mg L⁻¹ da vitamina foi 10% superior comparado a ausência de aplicação. Do mesmo modo que a presença de fitohormônio acrescenta no metabolismo, esta intensifica a fotossíntese e absorção de nutrientes do solo, amenizando os efeitos negativos dos fatores de estresses abióticos, assim contribuindo para alta produtividade (YAKHIN et al., 2017).

Tabela 3. Desdobramento de Fitohormônio dentro de Nicotinamida para as variáveis diâmetro de colmo (DC), área foliar (AF), massa seca de folhas (MSF), massa seca de colmo (MSC), comprimento de espiga (CE) e produtividade (PROD) para a cultura do milho segunda safra.

Nicotinamida	DC (cm)		AF (cm)		MSF (g)	
	Com	Sem	Com	Sem	Com	Sem
0	20,60 a	20,11 b	153,64 a	137,31 b	32,46 a	31,19 b
200	20,75 a	20,40 a	158,16 a	142,27 b	33,98 a	32,83 a
400	21,04 a	20,81 a	162,79 a	145,62 b	35,55 a	33,58 b
600	21,25 a	20,90 a	167,46 a	147,33 b	36,89 a	36,40 a
800	21,57 a	21,15 b	171,46 a	151,69 b	37,08 a	35,38 b
Nicotinamida	MSC (g)		CE		PROD	
	Com	Sem	Com	Sem	Com	Sem
0	65,61 a	60,66 b	13,22 a	12,79 a	5748,75 a	5311,50 b
200	66,55 a	62,76 b	13,40 a	13,02 a	5998,00 a	5626,00 b
400	68,31 a	63,83 b	13,53 a	13,17 a	6139,00 a	5736,00 b
600	69,50 a	65,28 b	13,64 a	13,56 a	6239,00 a	5984,00 b
800	70,63 a	67,85 a	12,72 a	12,71 a	6326,50 a	6065,00 b

Médias seguidas de letras diferentes na mesma linha se diferenciam estatisticamente pelo teste de Tukey ao nível 5% de probabilidade.

Os hormônios vegetais como auxina, giberelina e citocinina quando aplicados em grandes culturas resultam em ganhos de produtividade, razão do aumento da taxa de crescimento da planta e desempenho do sistema radicular dessas espécies, em especial o

milho (FANCELLI, 2013). A relação destes hormônios com aminoácidos, sais minerais, nutrientes e vitaminas nos tecidos vegetais são essencialmente favoráveis para a cultura do milho (TAIZ et al., 2017).

Avaliando o comportamento das características agrônômicas estudadas em relação às concentrações de nicotinamida, observou-se que para as variáveis diâmetro do colmo, área foliar, massa seca de folhas e massa seca de colmo, conforme aumentou-se as concentrações de nicotinamida, houve incremento dessas variáveis, com aumento de seus atributos (Figura 2).

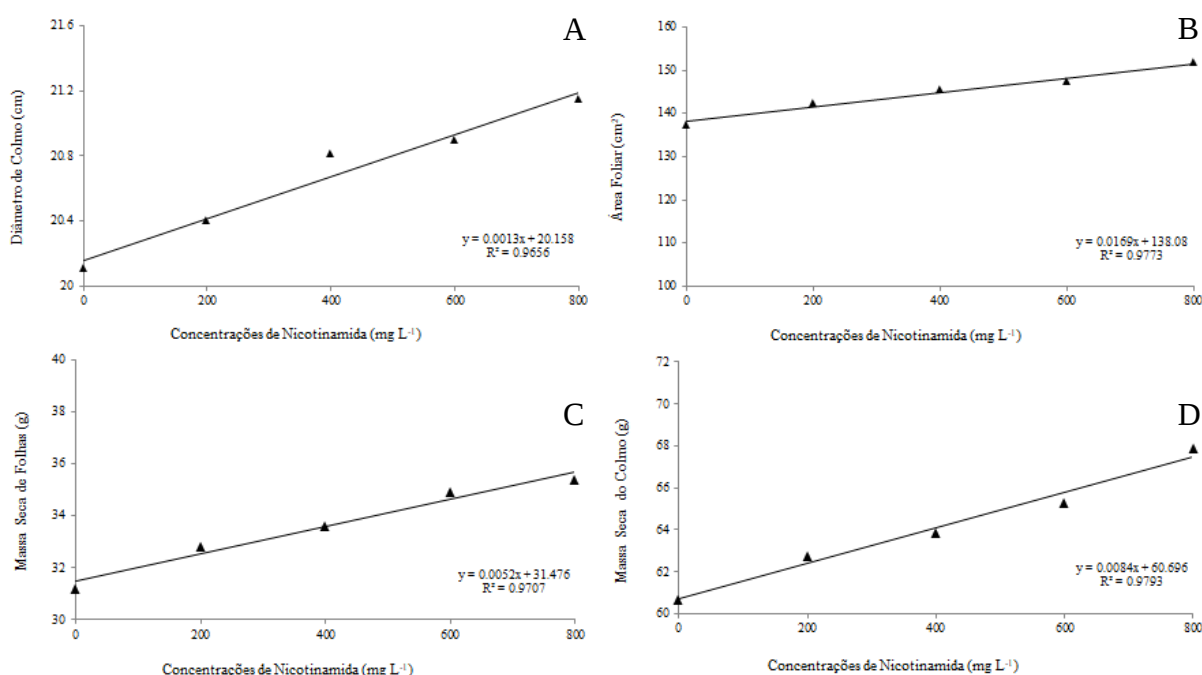


Figura 2. Comportamento das variáveis em relação à nicotinamida: (A) Diâmetro do colmo; (B) Área foliar; (C) Massa seca de folhas; (D) Massa seca de colmo para o milho segunda safra.

A aplicação de vitamina nas plantas retrata acréscimo de carboidratos nos tecidos vegetais relevantes para crescimento através do aumento da divisão celular (EL-BASSIONY et al., 2014). O encadeamento da alta produtividade do milho com as características morfológicas, como o diâmetro do colmo que atua como estrutura de armazenamento de carboidratos (CARMO et al., 2012) e, a área foliar, que quanto maior a área, maior a quantidade de cloroplastos vindos da fotossíntese contribuindo assim para o processo de alongamento e multiplicação celular (TAIZ et al. 2017). Abdallah et al. (2016) estudando o desenvolvimento da cultura da quinoa conforme a aplicação de nicotinamida, obtiveram resultados positivos nas variáveis comprimento de parte área e massa seca de parte área conferindo a testemunha e a concentração de 100 mg L⁻¹ da vitamina.

O índice relativo de clorofila foi influenciado pela nicotinamida, à medida que se aumentava as concentrações de nicotinamida, obteve aumento desta variável (Figura 3A). A variável comprimento de espiga foi influenciado pelas concentrações de nicotinamida até a máxima calculada de 602,04 mg L⁻¹(Figura 3B). O número de fileiras por espiga de milho na segunda safra aumentou conforme aumentaram as concentrações de nicotinamida (Figura 3C). A variável número de grãos por fileira apresentou aumento até a concentração máxima calculada de 603,96 mg L⁻¹ de nicotinamida (Figura 3D).

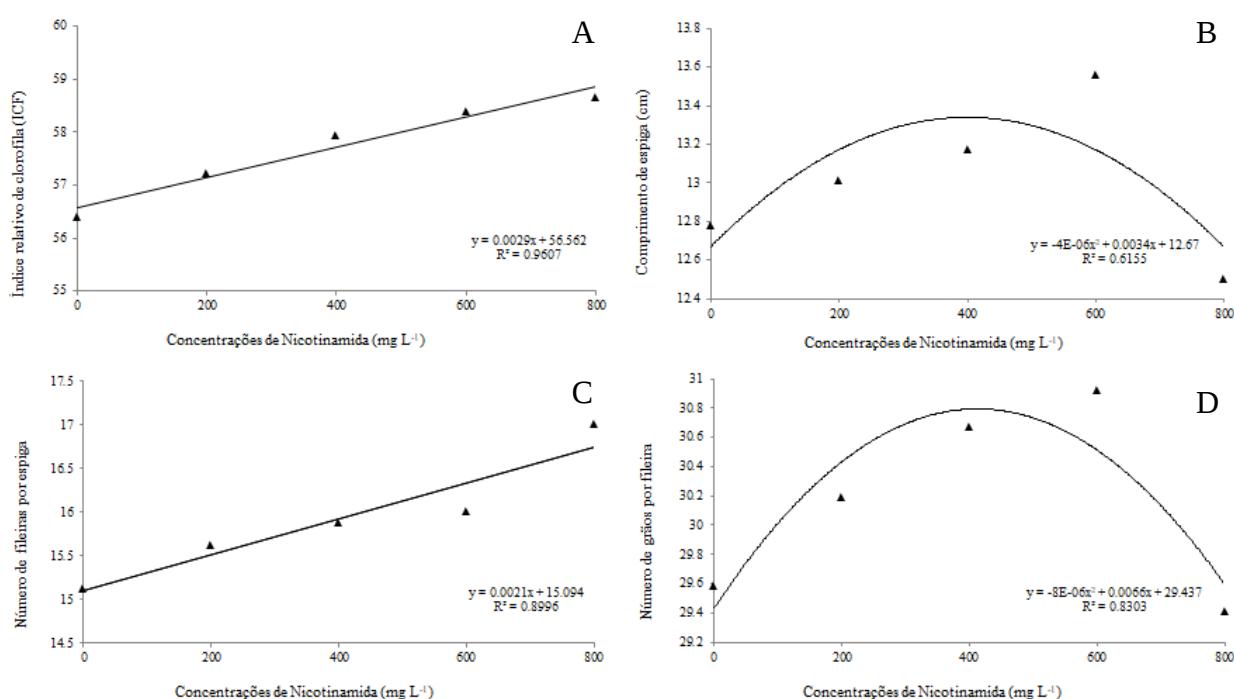


Figura 3. Comportamento das variáveis em relação à nicotinamida: (A) Índice relativo de clorofila (B) Comprimento de espiga; (C) Número de fileiras por espiga; (D) Número de grãos por fileira para o milho segunda safra.

A clorofila reflete na melhoria de circunstâncias vegetais de cada planta, diante aos estresses abióticos, em que o incremento no índice de clorofila é relacionado com a qualidade de plantas, dessa forma, a aplicação de nicotinamida também aumenta o índice relativo de clorofila (VENDRUSCOLO, et al., 2017). O comprimento de espiga, o número de fileiras por espiga e o número de grãos por fileira pode ser relacionado ao aumento do índice relativo de clorofila observado neste trabalho, já que a clorofila é responsável indiretamente pelos metabólitos secundários e esses, por possuírem relação com o crescimento e desenvolvimento vegetal (TAIZ et al., 2017). O comprimento de espiga pode ser influenciado indiretamente com o efeito do diâmetro do colmo na produção e também ao número de espigas por área, que por sua vez possuem uma correlação entre si (LIMA, et al., 2020).

O número de grãos por fileira se define no período de pré-florescimento, em torno do estágio R1 (RITCHIE et al., 2003). A planta nesse estágio, em contato com os hormônios presentes no Stimulate®, absorve e atua em seu metabolismo, proporcionando aumento no número de fileiras de grãos (DOURADO NETO et al. 2014), enquanto a aplicação da nicotinamida promove resistência a estresses por conta das condições ambientais.

A produtividade de grãos de milho segunda safra aumentou conforme se aumentavam as concentrações de nicotinamida (Figura 4). Segundo Hassanein et al. (2009), a utilização de vitaminas é pouco investigada atualmente, mesmo com a possibilidade da suplementação da adubação química, visando melhorias morfológicas e bioquímicas.

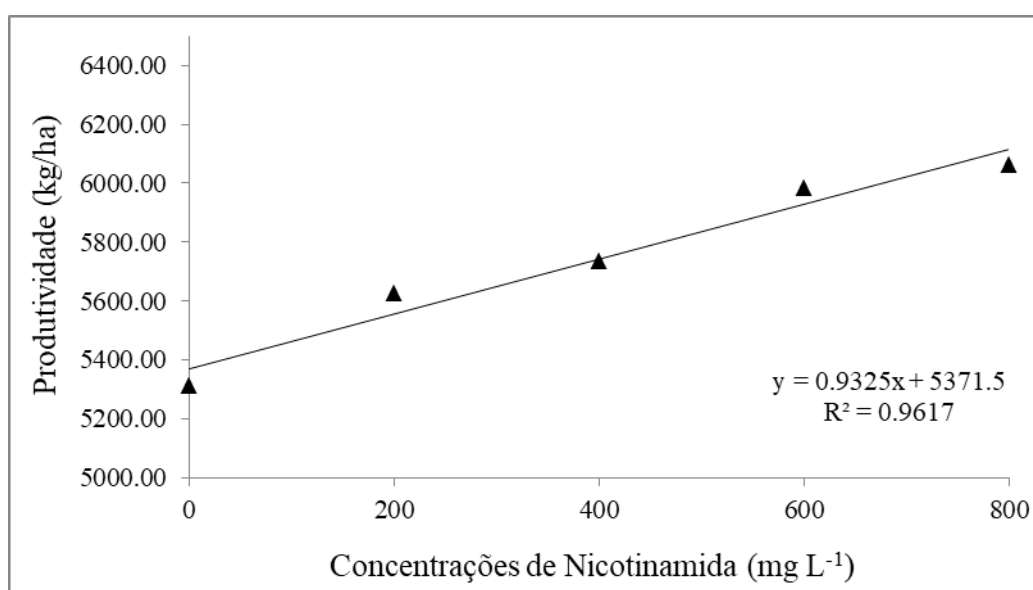


Figura 4. Produtividade da cultura do milho segunda safra de acordo com as concentrações de nicotinamida.

Neste trabalho observou-se a nicotinamida foi responsável pelo aumento da produtividade da cultura do milho segunda safra. O mesmo foi observado por Abdallah et al. (2016) trabalhando com a cultura da quinoa observaram incremento nas características biométricas e produtivas, com a aplicação de 100 mg L⁻¹ de niacina. A aplicação exógena de niacina induz a produção de carboidratos e o acúmulo de reservas energéticas, que como consequência, contribuem para o aumento da produtividade de grãos (EL-BASSIOUNY et al., 2014).

As variáveis altura de plantas e altura de inserção da espiga apresentaram interação significativa entre as concentrações de nicotinamida e fitohormônio, onde observou-se que conforme se aumentava as concentrações de nicotinamida, aumentou-se também o

comprimento dessas variáveis (Figura 5 A e B). Observou-se também, que a presença de fitohormônio proporcionou incremento das variáveis em relação a sua ausência (Figura 5).

O diâmetro da espiga apresentou interação significativa entre concentrações de nicotinamida e fitohormônio até a máxima calculada de 600,42 mg L⁻¹ de nicotinamida, tanto para a presença, quanto para a ausência de fitohormônio (Figura 5C). A massa de mil grãos também apresentou interação significativa entre nicotinamida e fitohormônio, sendo que, na presença de fitohormônio, houve incremento até a concentração máxima calculada de 626,52 mg L⁻¹ de nicotinamida, enquanto na ausência de fitohormônio a concentração máxima calculada de nicotinamida responsável por incremento foi de 621,78 mg L⁻¹ (Figura 5D).

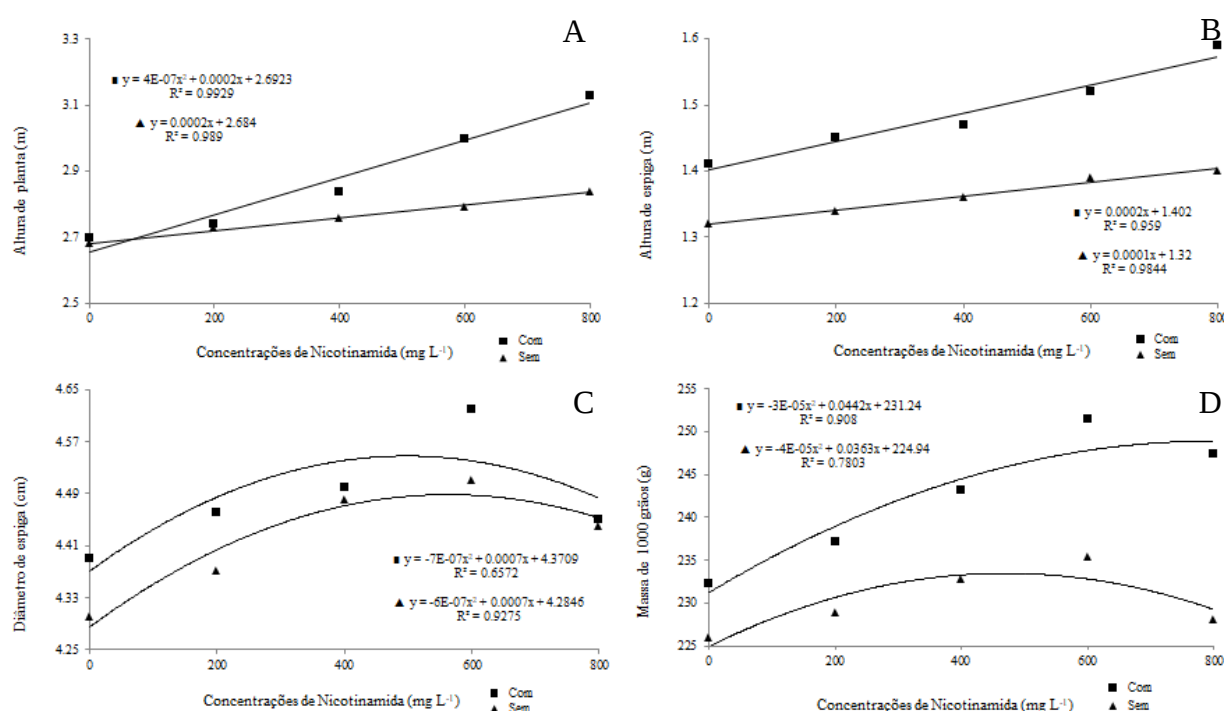


Figura 5. Interação entre Nicotinamida e Fitohormônio das variáveis (A) Altura de plantas; (B) Altura de inserção da espiga; (C) Diâmetro da espiga; (D) Massa de mil grãos; para a cultura do milho segunda safra.

Observou-se que a interação entre nicotinamida e fitohormônio proporcionou incremento em algumas características de crescimento e componentes de produção, indicando que a interação é positiva para o milho segunda safra. A nicotinamida atua no metabolismo vegetal, onde os efeitos de sua atuação são refletidos no crescimento vegetativo e reprodutivo através do alongamento e expansão celular e assim, melhoram as características produtivas da cultura, principalmente em condições ambientais desfavoráveis (ABDELHAMID et al., 2013).

Apesar das condições climáticas na segunda safra, a nicotinamida se apresenta como uma ferramenta a ser utilizada para aumentar a tolerância das plantas de milho ao déficit hídrico, baixa luminosidade e temperatura, justamente por reduzirem o efeito negativo desses estresses (VENDRUSCOLO E. P.; SELEGUINI, A., 2020). O mesmo se observa em relação ao fitohormônio aplicado, por induzir maior tolerância a estresses bióticos e abióticos e, conseqüentemente, melhorar a capacidade produtiva da cultura (YAKHIN et al., 2017).

As melhorias apresentadas pela aplicação de nicotinamida e fitohormônio nas variáveis apresentadas quando se compara o tratamento com a testemunha, evidencia a necessidade de mais estudos na área, em especial a sua aplicabilidade na cultura do milho em outras condições de ambiente e solo e em outras culturas. Diante dos resultados, recomenda-se a aplicação de nicotinamida e fitohormônio na cultura do milho segunda safra.

CONCLUSÃO

A utilização de nicotinamida e fitohormônios associados foram capazes de promover ganhos para as características de crescimento e para as variáveis diâmetro de espiga e massa de mil grãos. A aplicação de nicotinamida e fitohormônios isoladamente incrementaram nas variáveis diâmetro do colmo, área foliar, massa seca de folhas, massa seca de colmo, comprimento de espiga e produtividade de grãos de milho de segunda safra. A concentração de 800 mg L⁻¹ de nicotinamida foi a que proporcionou maior rendimento de grãos de milho.

REFERÊNCIAS

ABDALLAH, M. M. S. et al. Comparison of yeast extract and Nicotinamide foliar applications effect on quinoa plants grown under sandy soil condition. **International Journal of PharmTech Research** v. 9 p. 24-322. 2016.

ABDELHAMID, M. A.; SADAK MERVAT, S. H., SCHMIDHALTER, U., EL-SAADY, A. M. Interactive effects of salinity stress and nicotinamide on physiological and biochemical parameters of faba bean plant. **Acta Biológica Colombiana**, Bogotá, v. 18, n. 3, p.499-510, 2013.

BERGLUND, T. et al. Protection os spruce seedlings against pine weevil attack by treatment of seeds or seelings with nicotinamide nicotinic acid and jasmonic acid. **Forestry**, v. 89, p. 127-135, 2016.

CALVO, P. et al. Agricultural uses of plant bioestimulants. **Plant Soil**, v. 383, n. 1, p. 3-41, 2014.

CARMO, S. M. et al. Concentrações e fontes de nitrogênio no desenvolvimento e produtividade da cultura do milho doce (Zea mays convar. Saccharata var. rugosa). **Biosciences Journal**, v. 28, ed.1, p. 223-231, 2012.

CONAB – **Companhia Nacional de Abastecimento**. Acomp. safra bras. grãos, v. 7 - Safra 2019/20 - Décimo segundo levantamento, Brasília, p. 1-33, setembro 2020.

CUNHA, F. F. et al. Métodos para estimativa da evapotranspiração de referência para Chapadão do Sul – MS. **Engenharia na Agricultura**, v. 21, p. 159-172, 2013.

DONG, W. et al. Enhancement of thiamin contente in Arabidosis thaliana by metabolic engineering. **Plant and Cell Physiology**, v. 56, n. 12. P. 2285-2296, 2015.

DOURADO NETO, D. et al. Ação de bioestimulante no desempenho agrônômico de milho e feijão. **Bioscience Journal**, v. 30, n. 3, p. 371-379, 2014.

EL-BASSIOUNY, H. S. et al. Physiological role of humic acid and nicotinamide on improving plant growth, yield, and mineral nutrient of wheat (Triticum durum) grown under newly reclaimed sandy soil. **Agricultural Sciences**, Cambridge, v. 5, n. 8, p.687-700, 2014.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Agência Embrapa de Informação Tecnológica. **Milho Safrinha**. PqEB s/nº, Brasília, DF – Brasil. Disponível em: <http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/milho/arvore/CONT000fya0krse02wx5ok0pvo4k3mp7ztkf.html>. Acesso em: 20 jan 2021.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**, 5 ed., re. e ampl. –Brasíli, DF: Embrapa, 2018.

FANCELLI, A. L. **Milho: estratégias de manejo**. ed. de Antônio Luiz Fancelli. Piracicaba: USP/ESALQ/LPV, 2013.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, 2011.

FORSEED – **Característica do híbrido**. 2018. Disponível em: <<https://www.forseedsementes.com.br/portfolio/produtos/fs450pw/>>. Acesso em: 14 Des de 2020.

HASSANEIN, R. A.; BASSONY, F. M.; BARAKAT, D. M.; KHALIL, R. R. Physiological effects of nicotinamide and ascorbic acid on *Zea mays* plant grown under salinity stress. 1- Changes in growth, some relevant metabolic activities and oxidative defense systems. **Research Journal of Agricultural and Biological Sciences**, Faisalabad, v. 5, n. 1, p.72-81, 2009.

KIRKLAND, J. B.; MEYER-FICCA, M. L. Niacin. Adv. **Food Nutr. Res**, ed. 83:83 – p. 149, 2018.

LIMA, S. F. et al. Development and production of sweet corn applied with biostimulant as seed treatment. **Horticultura Brasileira** 38: 94-100, 2020.

MAHANNA, B. et al. **Silage Zone Manual**. DuPont Pioneer, Johnston, IA, 2014.

MARTINS, A. G. et al. Aplicação de bioestimulante em sementes de milho cultivado em solos de diferentes texturas. **Scientia Agraria Paranaensis**, v. 15, n. 4, p. 440-445, 2016.

PANFILI, I. et al. Application of a plant biostimulant to improve maize (*Zea mays*) tolerance to Merolachlor. **J. Agric. Food Chem**, v. 67 p. 12164-12171, 2019.

RITCHIE, S. W; HANWAY, J. J; BENSON, G. O. Como a planta de milho se desenvolve. Goiânia: **POTAFOS**, p. 20 (Informações agronômicas, 103). 2003.

TAIZ, L. et al.. Fisiologia e desenvolvimento vegetal. **Artmed**. 6.ed. p. 888. Porto Alegre, RS, 2017.

YAKHIN, O. I. et al. Biostimulants in plant science: A global perspective. **Front. Plant Sci**, v. 7, p. 2049, 2017.

VENDRUSCOLO et al. Concentração e formas de aplicação de niacina em rabanete. **Agrotópica**. ed. 29(3), p. 245-250. Centro de Pesquisa do Cacau: Ilhéus, Bahia, 2017.

VENDRUSCOLO, E. P.; SELEGUINI, A. Effects of vitamin pré-sowing treatment on sweet maize seedlings irrigated with saline water. **Acta Agronômica**, ed. 69 (1), p. 20-25, 2020.

NORMAS GERAIS DA DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

A dissertação de mestrado do Programa de Pós-Graduação em Agronomia (PPGA) da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Câmpus de Chapadão do Sul, será composta por: capa, elementos pré-textuais, elementos textuais (capítulo) e elementos pós-textuais (opcional). Cada capítulo será redigido na forma de artigo científico, podendo a dissertação conter um ou mais capítulos. A dissertação deverá estar, obrigatoriamente, nas normas do Programa, como consta neste documento.

A versão da dissertação que será encaminhada à banca examinadora, deverá conter ao final da dissertação as normas do Programa. Essa versão deverá estar encadernada em espiral e fundo preto, com a frente transparente. **O discente deverá entregar 3,0 (três) cópias impressas desta versão na secretaria do Programa de Pós-Graduação, no prazo máximo de 15 (quinze) dias antes da data de defesa.** As cópias impressas serão encaminhadas aos membros da banca examinadora pela secretaria do Programa de Pós-Graduação.

A versão final da dissertação deverá ser entregue ao Programa de Pós-Graduação no prazo máximo de até 30 (trinta) dias após a data de defesa e aprovação. A versão final impressa deverá estar encadernada em capa dura na cor azul, com as letras impressas na cor dourada. A lombada deverá conter na parte superior: o nível do curso (Mestrado) e o ano de defesa; na parte central: o nome do autor; e na parte inferior: UFMS/CPCS. **A versão final, não deverá conter as normas do Programa anexadas ao final.** O discente deverá entregar na secretaria do Programa de Pós-Graduação 1,0 (uma) cópia da versão final da sua dissertação impressa e 1,0 (uma) cópia da versão em meio eletrônico, no formato .pdf gravado em CD. O CD e a capa do CD deverão seguir o modelo disponibilizado no site do Programa (<https://ppgagronomiacpcs.ufms.br>). A editoração deve ser realizada com impressoras jato de tinta ou laser. A dissertação deve ser impressa em apenas uma face do papel. Todas as dissertações estarão disponíveis na biblioteca do Câmpus e a versão online estará no site do Programa de Pós-Graduação.

ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO

A dissertação deverá ser impressa com caracteres de alta definição e de cor preta, podendo conter Figuras coloridas. Deverá ser utilizado papel em tamanho A4 (210 x 297 mm), digitado com espaçamento 1,5, fonte Times New Roman, estilo normal, tamanho 12 e parágrafo recuado por 1,0 cm. Todas as margens deverão ter 2,5 cm. A partir da folha de

rosto, todas as folhas do trabalho deverão ser contadas sequencialmente, mas não numeradas. A numeração será colocada a partir da parte textual (introdução), em algarismos arábicos, na margem inferior, à direita. A formatação do texto deverá ser justificada.

1. Capa

A capa deverá conter o nome da instituição (fonte Times New Roman, estilo normal, tamanho 14), autoria (fonte Times New Roman, estilo normal, tamanho 12), título da dissertação (fonte Times New Roman, negrito, tamanho 14), local e ano da sua aprovação (fonte Times New Roman, estilo normal, tamanho 12) (consultar modelo no site do Programa).

2. Páginas pré-textuais

2.1. Folha de rosto: primeira folha interna após a capa contendo: nome da instituição (fonte Times New Roman, estilo normal, tamanho 14), autoria (fonte Times New Roman, estilo normal, tamanho 12), título da dissertação (fonte Times New Roman, negrito, tamanho 14), nome do orientador e co-orientador (se houver) (fonte Times New Roman, estilo normal, tamanho 12), nota explicativa de que se trata de trabalho de conclusão, mencionando o Programa de Pós-graduação, a Universidade e o grau pretendido (Mestrado) e local e ano de aprovação do trabalho (fonte Times New Roman, estilo normal, tamanho 12) (consultar modelo no site do Programa). Na versão final, o verso da folha de rosto deverá conter a ficha catalográfica (elaborada pela biblioteca). A versão encaminhada a banca examinadora, não deverá conter a ficha catalográfica.

2.2. Folha de aprovação: Segunda folha interna referente ao certificado de aprovação contendo nome do discente, orientador, título da dissertação e os nomes e assinaturas dos participantes da banca examinadora (consultar modelo no site do Programa). A folha de aprovação será obrigatória na versão final e deverá estar com a assinatura de todos os membros da banca examinadora.

2.3. Dedicatória, agradecimento(s) e epígrafe (opcionais): Cada um desses itens deverá ser iniciado em páginas diferentes. As expressões “**DEDICATÓRIA**”, “**AGRADECIMENTOS**” e “**EPÍGRAFE**” deverão estar centralizadas no início da página, maiúscula e negrito (fonte Times New Roman, estilo normal, tamanho 12).

2.4. Lista de Figuras e Lista de Tabelas: Serão numeradas em ordem consecutiva em cada capítulo. Deverá conter o título da tabela ou figura seguida da numeração da página (fonte Times New Roman, estilo normal, tamanho 12). A expressão “**LISTA DE FIGURAS**” e “**LISTA DE TABELAS**” deverá estar centralizada no início da página, maiúscula e negrito.

2.5. Resumo e Abstract:

O resumo consiste no resumo geral da dissertação. Deverá ser estruturado, redigido em um único parágrafo, porém ressaltando uma breve introdução do assunto, objetivo, delineamento, resultados principais e conclusões. A palavra “**RESUMO**” deverá estar centralizada, maiúscula e negrito. As “**Palavras-chave**” deverão vir logo abaixo do resumo, justificada a esquerda, com apenas a primeira letra em maiúsculo, negrito, seguida de dois pontos. Os itens das palavras-chave deverão estar separadas entre si por ponto e finalizadas também por ponto, devendo estar em ordem alfabética. Deverão ter, no mínimo, 3,0 (três) e, no máximo, 5,0 (cinco) palavras, não constantes no título. Evitar o uso de símbolos, contrações, fórmulas, equações, diagramas, etc. O resumo deverá conter de 150 (cento e cinquenta) a 450 (quatrocentas e cinquenta) palavras. O abstract e as keywords deverão ser redigidos em inglês, acompanhando o mesmo formato do resumo em português.

2.6. Sumário: O sumário é a enumeração das divisões, seções, capítulos e outras partes do trabalho, seguindo a mesma ordem e grafia em que a matéria nele se sucede. A construção do sumário é uma das últimas tarefas a serem realizadas no trabalho. O sumário deverá ser localizado como último elemento pré-textual. A palavra “**SUMÁRIO**” deverá estar centralizada, em letras maiúsculas, negrito e com a mesma tipologia da fonte utilizada nas seções primárias, separada do seu texto por um espaço de 1,5 entrelinhas. Utilizar ferramenta do word para confecção do sumário.

O corpo do sumário será composto pelo título da seção e a página correspondente ao texto. Os títulos deverão ser apresentados alinhados à margem esquerda da página e a grafia deve ser idêntica a utilizada no texto do trabalho. Por exemplo, se o título **INTRODUÇÃO** estiver grafado em letras maiúsculas e em negrito, ele deverá vir da mesma maneira no sumário.

Os elementos pré-textuais não deverão constar no sumário. A impressão dos números começará na primeira página dos elementos textuais (INTRODUÇÃO). Cada item constante

no sumário deverá remeter à página que aparece no texto, com o objetivo de facilitar a localização da matéria contida no trabalho.

3. Páginas textuais

Serão compostas por um ou mais capítulos, devendo cada um conter os seguintes itens: Título, Resumo, Palavras-chave, Abstract, Keywords, Introdução, Material e Métodos, Resultados e Discussão, Conclusão, Agradecimentos (opcional) e Referências. As normas de digitação do artigo deverão obedecer as normas gerais da dissertação.

3.1. Capítulo (s)

Cada capítulo deverá ser iniciado com o a palavra **“CAPÍTULO”**, em caixa alta, negrito e centralizado. No caso da dissertação que contenha dois ou mais capítulos, a palavra **“CAPÍTULO”** deverá ser numerada (**CAPÍTULO 1, CAPÍTULO 2, CAPÍTULO N**). Dissertações com apenas um (1) capítulo não precisam ter a numeração após a palavra **“CAPÍTULO”**. Abaixo da palavra **“CAPÍTULO”** (separados com espaço 1,5 cm) deverá ser colocado o título do artigo científico escrito em caixa alta, negrito, centralizado na página, não deverá ter subtítulo e abreviações.

Após o título deverão seguir as demais seções da estrutura do artigo (resumo, palavras-chave, abstract, keywords, introdução, material e métodos, resultados e discussão, conclusão, agradecimentos (opcional) e referências). Todas essas expressões deverão estar justificadas a esquerda, em letras maiúsculas, negrito. Todo o capítulo deverá estar digitado com espaçamento 1,5, fonte Times New Roman, estilo normal, tamanho 12 e parágrafo recuado por 1,0 cm.

Resumo e palavras-chave: A palavra **“RESUMO”** deverá estar justificada à esquerda, caixa alta, negrito, seguido de dois pontos (separado do título do artigo por um espaço de 1,5 cm). O resumo do artigo deverá conter no mínimo 100 (cem) e no máximo 250 (duzentos e cinquenta) palavras. As **“Palavras-chave”** deverão vir logo abaixo do resumo, justificada a esquerda, com apenas a primeira letra em maiúsculo, negrito, seguida de dois pontos. As expressões das palavras-chave deverão estar separadas entre si por ponto e finalizadas também por ponto, devendo estar em ordem alfabética. Deverão ter, no mínimo, 3,0 (três) e no máximo, 5,0 (cinco) palavras, não constantes no título. Evitar o uso de símbolos, contrações, fórmulas, equações, diagramas, etc.

Abstract e keywords: deverão ser redigidos em inglês, acompanhando o mesmo formato do resumo em português.

Introdução: A expressão “**INTRODUÇÃO**” deverá estar justificada a esquerda, em letras maiúsculas, negrito. Deverá conter citações atuais que apresentem relação com o assunto abordado na pesquisa.

Conclusão: deverá ser em texto corrido, sem tópicos.

Tabelas e figuras: “**Tabelas**” designam dados numéricos obtidos no trabalho e/ou de outros autores. “**Figuras**” designam materiais não verbais como gráficos, desenhos, fotografias ou outras ilustrações. As chamadas das tabelas e figuras no texto deverão estar apenas com a primeira letra em maiúscula (Ex: Tabela 1; Figura 1). Figuras e Tabelas serão numeradas consecutivamente, em cada capítulo, com algarismo arábico.

As tabelas serão numeradas na parte superior. Não usar linhas verticais. As linhas horizontais deverão ser usadas para separar o título do cabeçalho e este do conteúdo, além de uma no final da tabela. Cada dado deverá ocupar uma célula distinta. Não usar negrito ou letra maiúscula no cabeçalho. Recomenda-se que as tabelas apresentem 8,2 cm de largura, não ultrapassando 17 cm. O conteúdo das tabelas deverão ser digitados em espaçamento simples, fonte Times New Roman, tamanho 10.

Gráficos, fotografias ou desenhos levarão a denominação geral de “**Figura**”, sucedida de numeração arábica crescente e legenda na parte inferior. Para a preparação dos gráficos deverão ser utilizados “softwares” compatíveis. A resolução deverá ter qualidade máxima com pelo menos 300 dpi. As figuras deverão apresentar 8,5 cm de largura, não ultrapassando 17 cm. A fonte empregada deverá ser a Times New Roman, corpo 12 e não usar negrito na identificação dos eixos. Tabelas e Figuras deverão ser inseridas logo após a sua primeira citação.

Referências: Para os capítulos (artigos científicos), um percentual de 60% do total das referências deverá ser oriundo de periódicos científicos indexados com data de publicação inferior a 10 (dez) anos. Evitar citar livros, resumos, trabalhos apresentados e publicados em congressos e similares, dissertações e teses.

Deverá conter as referências de todas as citações nos itens anteriores. A expressão “**REFERÊNCIAS**” deverá estar centralizada, em letras maiúsculas, negrito, fonte Times

New Roman, estilo normal, tamanho 12. Deverão ser digitadas em espaço 1,5 cm e separadas entre si pelo mesmo espaço (1,5 cm), sendo apresentadas em ordem alfabética de autores. O título do periódico não deverá ser abreviado. Até 2 (dois) autores mencionam-se todos os nomes, na ordem em que aparecem na publicação, separados por ponto e vírgula. Acima de 2 (dois) autores menciona-se apenas o primeiro nome, acrescentando-se a expressão et al.

Artigo em periódico:

AUTOR(es). Título do artigo. **Título do Periódico**, Local de publicação (cidade), v., p., ano.

Exemplo:

GOMES, S. M. S.; BRUNO, R. L. Influência da temperatura e substratos na germinação de sementes de urucum (*Bixa orellana* L.). **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.14, n. 1, p. 47-50, 1992.

HOFS, A. et al. Efeito da qualidade fisiológica das sementes e da densidade de semeadura sobre o rendimento de grãos e qualidade industrial em arroz. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, n. 26, v. 2, p. 54-62, 2004.

Livro:

AUTOR(es). **Título**: subtítulo. edição (abreviada). Local: Editora, ano. p.

Exemplo:

CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. **Sementes**: ciência, tecnologia e produção. 5. ed. Jaboticabal, SP: Funep, 2012. 590 p.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Regras para análise de sementes. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Brasília: MAPA/ACS, 2009. 395 p.

Capítulo de livro:

AUTOR(es). Título do capítulo. In: AUTOR(es) do livro. **Título**: subtítulo. Edição (abreviada). Local: Editora, Páginas do capítulo, ano.

Exemplo: BORGES, E. E. L.; RENA, A. B. Germinação de sementes. In: AGUIAR, I. B.; PINÃO RODRIGUES, F. C. M.; FIGLIOLIA, M. B. **Sementes florestais tropicais**. Brasília, DF: ABRATES, Cap.3, p.83-135, 1993.

Citações

Com 1 (um) autor, usar Silva (2008) ou (SILVA, 2008); com 2 (dois) autores, usar Torres e Marcos Filho (2002) ou (TORRES; MARCOS FILHO, 2002); com mais de dois autores, usar Silva et al. (2002) ou (SILVA et al., 2002).

Obs: para unidades e símbolos utilizar o Sistema Internacional de Unidades.

4. Elementos pós-textuais (opcional)

Páginas contendo os anexos, devem ser colocados logo após o último capítulo.

Obs: As normas da dissertação deverão ser incluídas após os anexos na versão que será encaminhada à banca examinadora.