



UNIVERSIDADE FEDERAL DO TOCANTINS
CAMPUS DE GURUPI
CURSO DE GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

SABRINA REIS DE MIRANDA

**GERMINAÇÃO DE SEMENTES DE MILHO ADAPTADAS AO CERRADO SOB
ESTRESSE HÍDRICO**

Gurupi/TO
2019

Sabrina Reis de Miranda

Germinação de sementes de milho adaptadas ao cerrado sob estresse hídrico

Monografia apresentada à UFT - Universidade Federal do Tocantins - Campus Universitário de Gurupi, Curso de Agronomia, para obtenção do título de Eng. Agrônoma. Sob orientação da Prof.^a Dra. Susana Cristine Siebeneichler

Orientadora: Prof.^a Dra. Susana Cristine Siebeneichler

Gurupi/TO

2019

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal do Tocantins

- S118g De Miranda, Sabrina Reis.
Germinação de sementes de milho adaptadas ao cerrado sob estresse hídrico. / Sabrina Reis De Miranda. – Gurupi, TO, 2019.
30 f.
- Monografia Graduação - Universidade Federal do Tocantins – Câmpus Universitário de Gurupi - Curso de Agronomia, 2019.
Orientador: Susana Cristine Siebeneichler
1. Zea Mays. 2. Manitol. 3. Potencial osmótico. 4. Substâncias húmicas. I.
Titulo

CDD 630

TODOS OS DIREITOS RESERVADOS – A reprodução total ou parcial, de qualquer forma ou por qualquer meio deste documento é autorizado desde que citada a fonte. A violação dos direitos do autor (Lei nº 9.610/98) é crime estabelecido pelo artigo 184 do Código Penal.

Elaborado pelo sistema de geração automática de ficha catalográfica da UFT com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

FOLHA DE APROVACAO

SABRINA REIS DE MIRANDA

GERMINA9AO DE SEMENTES DE MILHO ADAPTADAS AO CERRADO SOB
ESTRESSE HIDRICO

Monografia apresentada à UFT - Universidade Federal do Tocantins - Campus Universitário de Gurupi, Curso de Agronomia, para obtenção do título de Eng. Agrônoma. Sob orientação da Prof.^a Dra. Susana Cristine Siebeneichler

Data de Aprovação: / OF /1 018

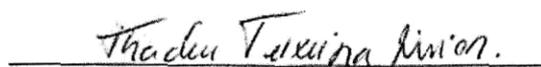
Banca Examinadora:


Prof.^aDC. Susana Cristine Siebeneichler

Universidade Federal do Tocantins (Orientadora)



Ms. Alida Filomena Andrade
(Examinadora)



Ms. Thadeu Teixeira Junior
(Examinador)

*Dedico este trabalho aos meus pais
Antonieta dos Reis Rocha e Vilmar Monção
de Miranda, a todos os familiares e amigos
por todo o incentivo e apoio para a
realização desse trabalho de conclusão de
curso.*

AGRADECIMENTOS

A Deus, que me deu força e coragem para superar todos os momentos difíceis a que me deparei durante toda a graduação.

A Universidade Federal do Tocantins, campus Gurupi, pela oportunidade e condições ofertadas durante toda a realização do curso.

À minha professora orientadora Prof. Dr. Susana Cristine, pela paciência na orientação e incentivo que tornaram possível a conclusão desta monografia. Eu posso dizer que a minha formação, inclusive pessoal, não teria sido a mesma sem a sua pessoa.

Ao coordenador do Laboratório de Análises de Sementes Hélio Bandeira Barros.

À Álida Filomena Andrade, pela disposição, paciência e por toda a ajuda que foi fundamental para a monitoração e execução deste trabalho.

Ao Prof. Dr. Aurélio Vaz de Melo, por ter cedido às sementes utilizadas neste trabalho.

Ao Prof. Dr. Rodrigo Tavares, por ter cedido o produto utilizado para a realização do trabalho.

Aos meus pais, Antonieta e Vilmar, por sua capacidade de acreditar em mim e investir em mim. Mãe, seu cuidado e dedicação foi que deram, em alguns momentos, a esperança para seguir.

Aos meus amados irmãos: Marcelo, Rafael e Samuel que, com muito carinho e apoio, não mediram esforços para que eu chegasse até esta etapa da minha vida.

À minha irmã Bianca Reis de Miranda, pelo amor, companheirismo, amizade e compreensão durante toda a nossa convivência na vida e na graduação.

Ao meu namorado, melhor amigo e companheiro Gabriel Alves Costa, pelo carinho, compreensão e amor. Que me apoiou em todos os momentos, e foi um grande parceiro ao meu lado. Sem você, seria tudo mais difícil.

Aos meus amigos, Bianca Cristhinny, Thaís, Millena, Juliana, Tucano, Fabrício em especial minha amiga Ládila Lima por todo tempo e ajuda que foi fundamental para a execução desse trabalho. Enfim a todos os companheiros da graduação pela amizade e convivência em todos os momentos do curso.

RESUMO

O presente trabalho teve como objetivo avaliar a germinação e crescimento de plântulas de duas cultivares de milho em condições de déficit hídrico induzidos com soluções de manitol, associados a doses de substâncias húmicas. Os experimentos foram conduzidos em laboratório, e as condições de estresse hídrico foram induzidas por solução de manitol. O experimento foi realizado no Laboratório de Análises de Sementes da Universidade Federal do Tocantins – UFT, em Gurupi, TO. Utilizou-se sementes de duas cultivares: M274 e UFT Cerrado; e o produto a base de substâncias húmicas: Humix. Para cada cultivar montou-se o experimento em fatorial (5x3) instalado no delineamento inteiramente casualizado, sendo os tratamentos compostos por cinco potenciais osmóticos (0,0 testemunha; -0,25; -0,5; -0,75 e -1,0MPa). Com três doses de Humix (0,0 testemunha; 1,0 ml e 2,0ml/100 sementes). Avaliou-se a porcentagem de germinação, comprimento da raiz e parte aérea, massa seca de plântulas e taxa de crescimento absoluto. Os resultados foram submetidos ao teste F pela análise de variância a 5% de probabilidade, e quando o efeito das doses foi significativo os dados foram submetidos à análise de regressão. Conclui-se que o bioestimulante Humix não teve efeito expressivo na germinação da semente e que a redução do potencial osmótico não afeta a germinação em si, porém afeta o crescimento das plântulas de milho, à medida que o potencial osmótico se torna mais negativo.

Palavras-chave: *Zea Mays*. Manitol. Potencial osmótico. Substâncias húmicas.

ABSTRACT

The present work had as objective to evaluate the germination and growth of seedlings of two maize cultivars under water deficit conditions induced with solutions of mannitol associated with doses of humic substances. The experiments were conducted in the laboratory, and water stress conditions were induced by mannitol solution. The experiment was carried out in the Laboratory of Seed Analysis of the Federal University of Tocantins – UFT, in Gurupi, TO. Seeds of two cultivars were used: M274 and UFT Cerrado: and the product based on humic substances: Humix. For each cultivar the factorial experiment (5x3) installed in the completely randomized design was set up, with the treatments composed of five osmotic potentials (0.0 control, -0.25, -0.5, -0.75 and -1.0 MPa). With three doses of Humix (0.0 control, 1.0 ml and 2.0 ml/ 100 seed). The percentage of germination, root length and aerial part, dry mass of seedlings and absolute growth rate were evaluated. The results were submitted to the F test by analysis of variance at 5% probability, and when the effect of the doses was significant the data were submitted to regression analysis. It is concluded that the biostimulant Humix did not have an expressive effect on the germination of the seed and that the reduction of the osmotic potential does not affect the germination and if, however, it affects the growth of the maize seedlings, as the osmotic potential becomes more negative.

Key-words: *Zea Mays*. Mannitol. Osmotic potential. Humic Substances.

LISTA DE TABELA

| | |
|---|----|
| Tabela 1 - Massa de mil sementes em gramas e teste de tetrazólio em porcentagem provenientes de dois cultivares de milho. Gurupi – TO, 2019..... | 17 |
|---|----|

LISTA DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| Figura 1 - AB. Porcentagem de germinação provenientes de duas cultivares de milho (M274 e UFT CERRADO) em diferentes potenciais osmóticos e doses de Humix..... | 18 |
| Figura 2 - ABCD. Porcentagem de plântulas normais e anormais provenientes de duas cultivares de milho (M274 e UFT CERRADO) em diferentes potenciais osmóticos e doses de humix..... | 19 |
| Figura 3 - ABCD. Comprimento inicial (4 dias) da raiz e parte aérea para as cultivares de milho (M274 E UFT CERRADO) em diferentes potenciais osmóticos associados a doses de humix..... | 20 |
| Figura 4 - ABCD. Comprimento final (7dias) da raiz e parte aérea para as cultivares de milho (M274 E UFT CERRADO) em diferentes potenciais osmóticos associados a doses de bioestimulante humix. | 21 |
| Figura 5 - ABCD. Taxa de crescimento absoluto da raiz e parte aérea de duas cultivares de milho (M274 e UFT CERRADO) em diferentes potenciais osmóticos associados a dose de humix..... | 23 |
| Figura 6 - ABCDEF. Massa seca raiz, parte aérea e massa seca total de duas cultivares de milho (M274 e UFT CERRADO) submetidas ao estresse hídrico associado a doses de humix. | 24 |

SUMÁRIO

| | | |
|----------|---|-----------|
| 1 | INTRODUÇÃO..... | 12 |
| 2 | MATERIAL E MÉTODOS | 14 |
| 3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO..... | 17 |
| 4 | CONSIDERAÇÕES FINAIS | 26 |
| | REFERÊNCIAS BIBLIGRÁFICAS..... | 27 |
| | APÊNDICES – RESUMO DA ANÁLISE DE VARIÂNCIA | 29 |

1 INTRODUÇÃO

O milho (*Zea mays L.*) é destacado como um dos principais cereais cultivados e consumidos no mundo, fornecendo produtos largamente utilizados para a alimentação humana, animal e matéria-prima para a indústria (FANCELLI, 2000). O Brasil é o terceiro maior produtor mundial de milho e segundo maior exportador do grão (DUTRA, 2014). Segundo dados da Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB, 2019) o total da área plantada da cultura nas safras 2018/2019 foi de 17 milhões de hectares e a colheita deve ultrapassar 95,2 milhões de toneladas, um aumento de 16% em relação à safra passada, concentrando a maior parte da produção na segunda safra, denominada de safrinha.

O milho safrinha recebeu esta denominação devido às condições desfavoráveis, especialmente quanto à disponibilidade hídrica na época de cultivo, realizado após a colheita da safra de verão, quase sempre depois da soja precoce (CRUZ et al., 2013). Apesar da expansão das áreas de safrinha no país, o cultivo do milho nesta época aumenta os riscos em razão do menor índice pluviométrico nos estádios mais críticos da cultura (VON PINHO et al., 2002), tornando assim, o componente climático o fator mais limitante ao desenvolvimento e reprodução da cultura (LANZA, N, B., 2018).

No Estado do Tocantins é comum a ocorrência de estresses abióticos, como temperaturas elevadas e períodos de estiagem, que podem interferir de forma negativa no estabelecimento da cultura do milho, reduzindo desde a velocidade, porcentagem de germinação e emergência de plântulas, até o desenvolvimento fenológico. (MINUZZI & LOPES, 2015)

A água desempenha um papel essencial para a germinação das sementes. É considerada um dos recursos mais abundante existentes e frequentemente o mais limitante (JAIZ et al., 2017). A germinação do início com a entrada de água na semente, mediante embebição, o qual irá desencadear a ativação do metabolismo resultando no crescimento do eixo embrionário (KERBAUY, 2008). Segundo Marengo et al. (2009) para a germinação a semente necessita de quantidade adequadas de água, temperatura, oxigênio e luz, sendo a água considerada o fator mais importante. A ocorrência de déficit hídrico no início da germinação pode afetar visivelmente o processo germinativo das sementes, comprometendo o estabelecimento da cultura (LARCHER, 2000).

Para o manejo da agricultura, cada vez mais se busca a redução do uso de defensivos agrícolas. Além disso, as mudanças climáticas e as diversidades de territórios cultiváveis têm incentivado o produtor a utilizar técnicas que controlem a produtividade em decorrência de

algum tipo de estresse. Diante desta situação, diferentes alternativas de cultivo podem ser adotadas para possibilitar uma agricultura menos impactante ao meio ambiente e mais eficiente em produtividade (CARON et al., 2015).

Para acelerar e melhorar a germinação de sementes e também promover o crescimento das plantas, vários pesquisadores sugerem o uso de bioestimulantes (WEBER, 2011; NICCHIO et al., 2013). Segundo Aguiar et al. (2009) tem-se observado que as substâncias húmicas proporcionam aumento no número de mitoses e raízes laterais de plântulas de milho. Já Costa et al. (2008) trabalhando com bioestimulante à base de substâncias húmicas, observou um maior desenvolvimento radicular em mudas de melancia.

Baseado na importância da água na germinação das sementes e as interações benéficas entre adição de substâncias húmicas e crescimento, o presente trabalho teve como objetivo avaliar a germinação e crescimento de plântulas de duas cultivares de milho, em condições de déficit hídrico induzidos com soluções de manitol associados a doses de substâncias húmicas.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no Laboratório de Ecofisiologia Vegetal e Laboratório de Análise de Sementes da Universidade Federal do Tocantins (UFT), Campus Universitário de Gurupi, localizado na região sul do Estado do Tocantins.

No experimento foi utilizado soluções de Manitol (C₆H₁₄O₆) para a obtenção do potencial osmótico desejado, onde as concentrações utilizadas foram calculadas pela fórmula de Van't Hoff, conforme equação: $\text{Yos} = -RTC$, onde Yos: Potencial osmótico (MPa); R: constante geral dos gases perfeitos (0,082 MPa dm³ mol⁻¹ K⁻¹); T: temperatura (°K); e C: concentração (mol dm⁻³). As avaliações foram realizadas com sementes de duas cultivares de milho: UFT CERRADO (ano 2019) proveniente da empresa Pioneira Ltda, e a Cultivar M274 (ano 2017) da empresa Priorize. Para o tratamento das sementes foi utilizado bioestimulantes Húmex composto por : (ácido húmico: 25%, Ácido fúlvico: 5%, Potássio: 3% e pH 8,5.

Primeiramente, foi realizada a caracterização da qualidade fisiológica inicial dos lotes de sementes, por meio das seguintes avaliações fisiológicas: massa de mil sementes (BRASIL, 2009) e o teste de tetrazólio (DIAS e BARROS, 1995).

Para a determinação da massa de mil sementes foi conduzida seguindo as normas das Regras para Análises de Sementes (BRASIL, 2009). Foram realizadas quatro repetições com 100 sementes para cada amostra com o auxílio de um contador. Posteriormente, as sementes de cada repetição foram pesadas em gramas, com o número de casas decimais indicados para a amostra do experimento para análise de pureza.

O peso de mil sementes foi calculado de acordo com a fórmula (BRASIL, 2009):

$$\text{Peso de mil sementes (PMSO)} = \frac{\text{peso de amostra} \cdot 100}{n \text{ total de sementes}}$$

Para o teste de tetrazólio utilizou-se uma solução aquosa de 1,0% de concentração do sal 2,3,5 trifeniltetrazólio. Esta concentração é obtida com a dissolução de 10g do sal de tetrazólio em 1,0L de água destilada (BRASIL, 2009). Foi realizado um pré-condicionamento para facilitar o corte da semente. O processo de umedecimento foi direto em água destilada, na qual as sementes ficaram imersas até a completa embebição. Os tegumentos das sementes foram abertos, para então serem colocadas na solução de tetrazólio, por um período de 180 minutos na ausência de luz.

O corte longitudinal foi feito com auxílio de um bisturi, através da metade do eixo

embrionário e em aproximadamente três quartos do comprimento do endosperma. As sementes estavam totalmente cobertas com solução de tetrazólio e não estavam expostas à luz direta.

Na avaliação da resposta das sementes sob estresse hídrico associado ao uso de substâncias húmicas, para cada cultivar, montou-se o experimento em fatorial (5x3) instalado no delineamento inteiramente casualizado, sendo os tratamentos compostos pela combinação de cinco potenciais osmóticos 0, -0,25, -0,50, -0,75 e - 1,0 MPa simuladas com soluções de manitol, (o nível zero foi utilizado como testemunha) e três doses do produto à base de substâncias húmicas – Húmix (0,0 testemunha, 1,0 ml e 2,0 ml/ 100 sementes). O Húmix foi aplicado diretamente sobre as sementes dentro de um béquer, com o auxílio de uma pipeta graduada. Após a aplicação, o béquer contendo as sementes foi agitado por 1 minuto, objetivando homogeneizar o produto sobre as sementes.

O teste de germinação foi realizado utilizando-se quatro repetições de 50 sementes para cada tratamento. As sementes foram semeadas entre três folhas de papel germitest, utilizando-se 2,5 vezes o peso do papel seco embebido em solução de água destilada, contendo quantidades pré-estabelecidas de manitol, para proporcionar diferentes níveis de potencial osmótico, além do tratamento com água destilada, representando a testemunha.

Foram confeccionados rolos, amarrados com elástico de borracha, posteriormente os rolos foram acondicionados em sacos plásticos, amarrados com elástico de borracha e colocados na posição vertical no interior do germinador, regulado na temperatura de 25°C permanecendo no germinador por sete dias. As avaliações foram feitas no quarto e no sétimo dia. No quarto dia foi efetuada a primeira contagem de germinação para a percentagem de plântulas germinadas e para a avaliação do vigor das sementes.

E no sétimo dia foi computado a percentagem e plântulas normais, plântulas anormais. Foram consideradas sementes germinadas as sementes que apresentaram crescimento da raiz primária, plântulas normais as que obtiveram acima de 5 cm de raiz primária e parte aérea, e plântulas anormais as que obtiveram menos de 5 cm de crescimento da raiz e parte aérea, pois não apresentavam potencial para continuar seu desenvolvimento e dar origem a uma plântula normal.

A metodologia básica para a obtenção do teste de comprimento de plântulas foi a utilização de quatro repetições de dez sementes de milho (OLIVEIRA et al., 2009) para a avaliação do comprimento da raiz primária e da parte aérea, biomassa seca das plântulas e taxa de crescimento absoluto.

As sementes foram distribuídas de forma manual em sentido longitudinal no meio das

folhas, posicionando a extremidade da raiz primária na direção da parte inferior do papel e colocadas para germinar nas mesmas condições do teste de germinação. A avaliação foi realizada no quarto e sétimo dia após o teste, onde as plântulas que possuíam acima de 0,5 cm de raiz primária, foram medidas utilizando-se régua milimetrada. Os dados médios foram expressos em cm plântula⁻¹.

Na avaliação de taxa de crescimento absoluto das plântulas, foram consideradas os dados referentes ao comprimento inicial (4 dias) e o comprimento final (7 dias) das raízes e partes aéreas. Os dados foram avaliados por meio da seguinte fórmula:

$$TCA = \frac{(W2 - W1)}{(t2 - t1)} = \text{g dia}^{-1}$$

Onde:

- TCA= taxa de crescimento absoluto
- W1 e W2 são os comprimentos do quarto e do sétimo dia
- t1 e t2 = é o tempo em dias

A taxa de crescimento absoluto indica a variação e velocidade de crescimento entre amostras em um determinado intervalo de tempo (BENINCASA, 2003).

Para a determinação da massa seca de plântula, após 7 dias as plântulas foram retiradas do substrato e com auxílio de um estilete foram removidos o restante da semente. As raízes e partes aéreas foram divididas e acondicionadas em sacos de papel e levadas para secar em estufa com circulação de forçada de ar, regulada à temperatura de 60 °C por um período de 24 horas. Após este período os sacos foram retirados da estufa e as massas foram pesadas em balança com precisão de 0,0001 g (PERES, 2010). Determinando assim o peso da massa seca da raiz, massa seca da parte aérea e massa seca total.

Os dados obtidos foram submetidos ao teste F pela análise de variância a 5% de probabilidade, e quando o efeito das doses foi significativo os dados foram submetidos à análise de regressão. As análises foram realizadas utilizando o software R. Por se tratar de um fator quantitativo as médias dos níveis de potencial osmótico foram comparadas pela análise de regressão (P<0,05). Para a criação dos gráficos foi utilizado o programa SigmaPlot.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados da massa de mil sementes e do teste do tetrazólio estão descritos na tabela 1. Foi observado que as cultivares obtiveram em média valores diferentes para a massa de mil sementes onde a cultivar m274 por possuir um maior tamanho consequentemente possuiu um maior peso e para o teste de tetrazólio ambas as cultivares obtiveram a mesma porcentagem de sementes viáveis.

Tabela 1 - Massa de mil sementes em gramas e teste de tetrazólio em porcentagem provenientes de dois cultivares de milho. Gurupi – TO, 2019.

| Cultivares | Massa de mil sementes (g) | | | | Teste de tetrazólio (%) | | |
|-------------|------------------------------|------|------|------|----------------------------|---------|-----------|
| | R1 | R2 | R3 | R4 | Peso Final (mil) | Viáveis | Inviáveis |
| M274 | 41,1 | 41,7 | 42,5 | 41,1 | 415,9 | 88 | 12 |
| UFT Cerrado | 26,1 | 26,9 | 27,1 | 26,0 | 265,3 | 88 | 12 |

Fonte: MIRANDA, 2019

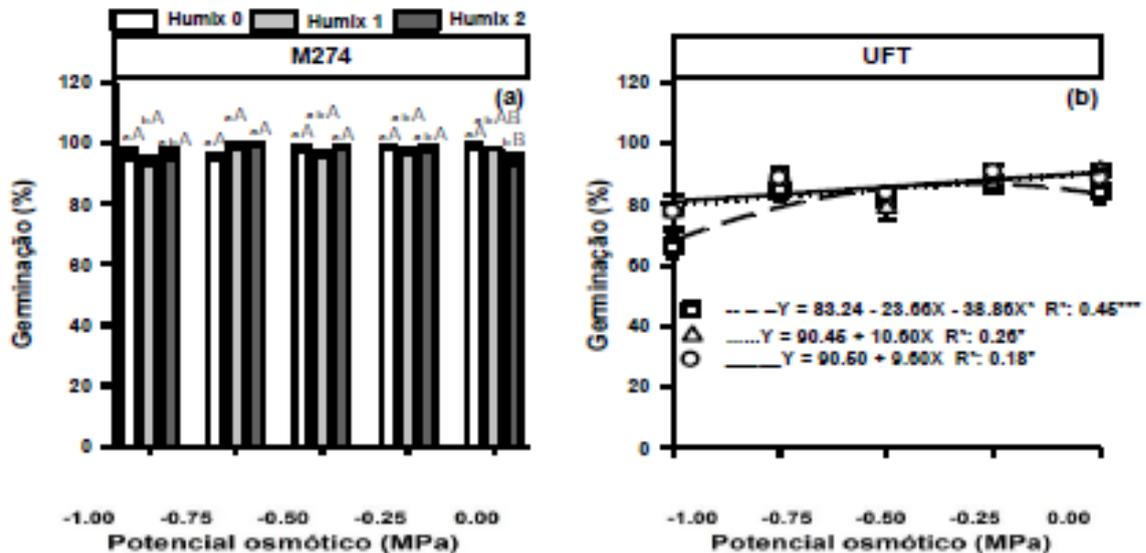
Os resultados da análise de variância para as variáveis: germinação, comprimento da raiz e parte aérea, taxa de crescimento absoluto e massa seca de plântulas revelaram efeitos significativos ($P < 0,01$) para os níveis de potencial osmóticos.

Para a porcentagem de germinação a cultivar M274 apresentou diferença significativa ($P < 0,05$) para a interação Potencial osmótico e Humix (POxH) ao nível teste Tukey 5%. Já cultivar UFT cerrado apresentou efeito significativo ($p < 0,01$) para o potencial osmótico e ($P < 0,05$) para as doses de humix.

Na figura 1A estão representados os percentuais de germinação em função dos potenciais osmóticos e doses de humix de cultivar.

Foi observado que na interação POxH de cultivar M274, o efeito do humix dentro de cada potencial osmótico obteve diferença significativa apenas na testemunha, onde dose de 2 ml/ humix resultou em uma menor porcentagem de germinação, comparada aos demais potenciais osmóticos. Já o efeito dos potenciais osmóticos para as doses de humix obteve diferença significativa da testemunha com a dose de 2 ml/humix e o potencial osmótico -1,0 MPa na dose de 1 ml. Não houve efeito significativo para os níveis de potencial osmóticos isolados, ou seja, não ocorreu diminuição na porcentagem de germinação. Segundo Kappes et al, (2012) o milho se mostra tolerante ao déficit hídrico, admitindo potencial de até -1,2 MPa, sem grande diminuição da porcentagem de germinação.

Figura 1 - AB. Porcentagem de germinação provenientes de duas cultivares de milho (M274 e UFT CERRADO) em diferentes potenciais osmóticos e doses de Humix.



Humix 0 controle, humix 1 (1ml/100 sementes) , humix 2 (2ml/100 sementes). As letras maiúsculas comparam o efeito do humix dentro de cada potencial osmótico, já as letras minúsculas comparam o efeito do potencial osmótico para cada dose do humix (teste Tukey 5%).

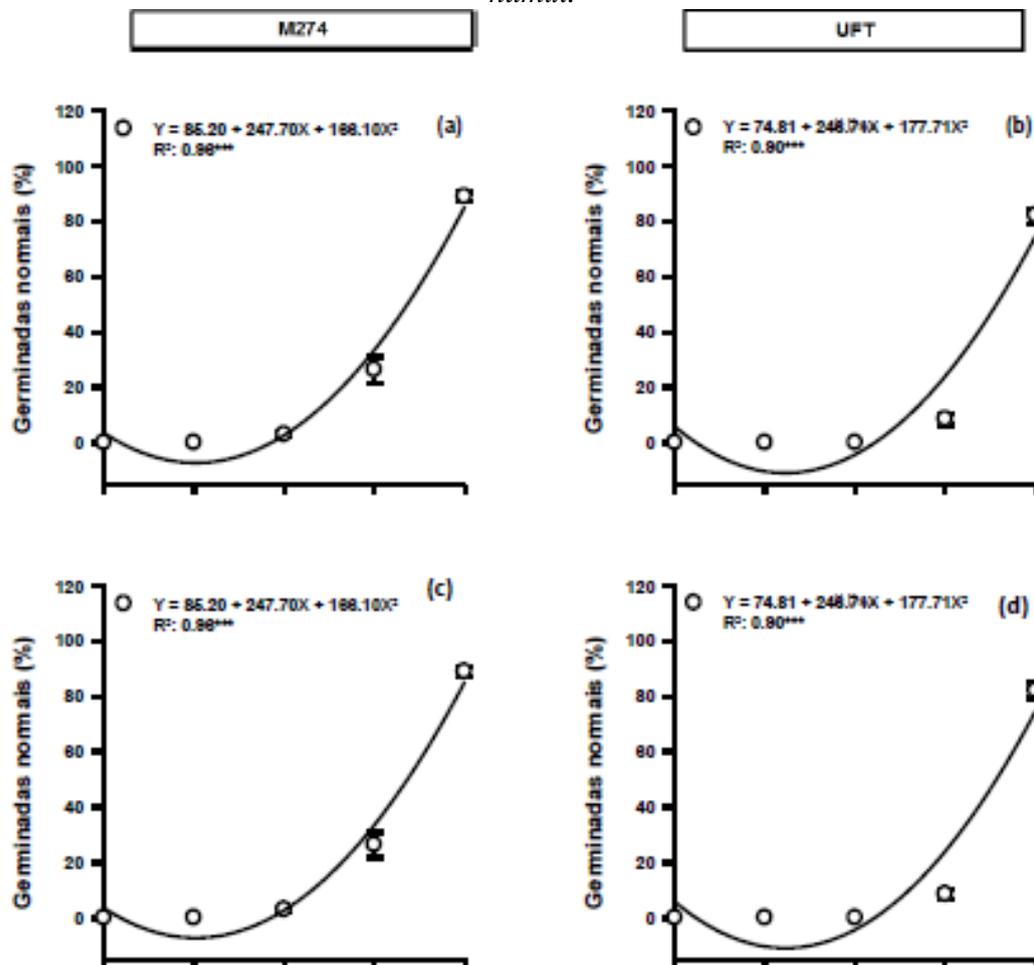
Fonte: AUTOR, 2019

Para a cultivar UFT CERRADO, houve diferença significativa ($P < 0,05$) entre as doses de humix, onde foi observado que as sementes tratadas com humix obtiveram uma maior porcentagem de germinação comparada com a testemunha (figura 1B).

Foi observado que houve uma redução da germinação da cultivar UFT CERRADO à medida que o potencial osmótico diminui. Isto pode ser atribuído a massa de mil sementes, pois no período inicial do desenvolvimento da plântula as sementes que apresentam maiores massas, consequentemente podem apresentar maiores reservas nutricionais que resultam em maior vigor (KAPPES et al., 2012).

Estão representados na figura 2, os percentuais de plântulas normais e anormais das cultivares de milho. As cultivares apresentaram diferença significativa ($P < 0,01$) em função do potencial osmótico. Foi observado que à medida que o potencial osmótico diminui ocorre um decréscimo significativo na porcentagem de plântulas normais e um aumento das plântulas anormais. Não houve diferença significativa com as doses de humix testadas.

Figura 2 - ABCD. Porcentagem de plântulas normais e anormais provenientes de duas cultivares de milho (M274 e UFT CERRADO) em diferentes potenciais osmóticos e doses de humix.



Fonte: AUTOR, 2019

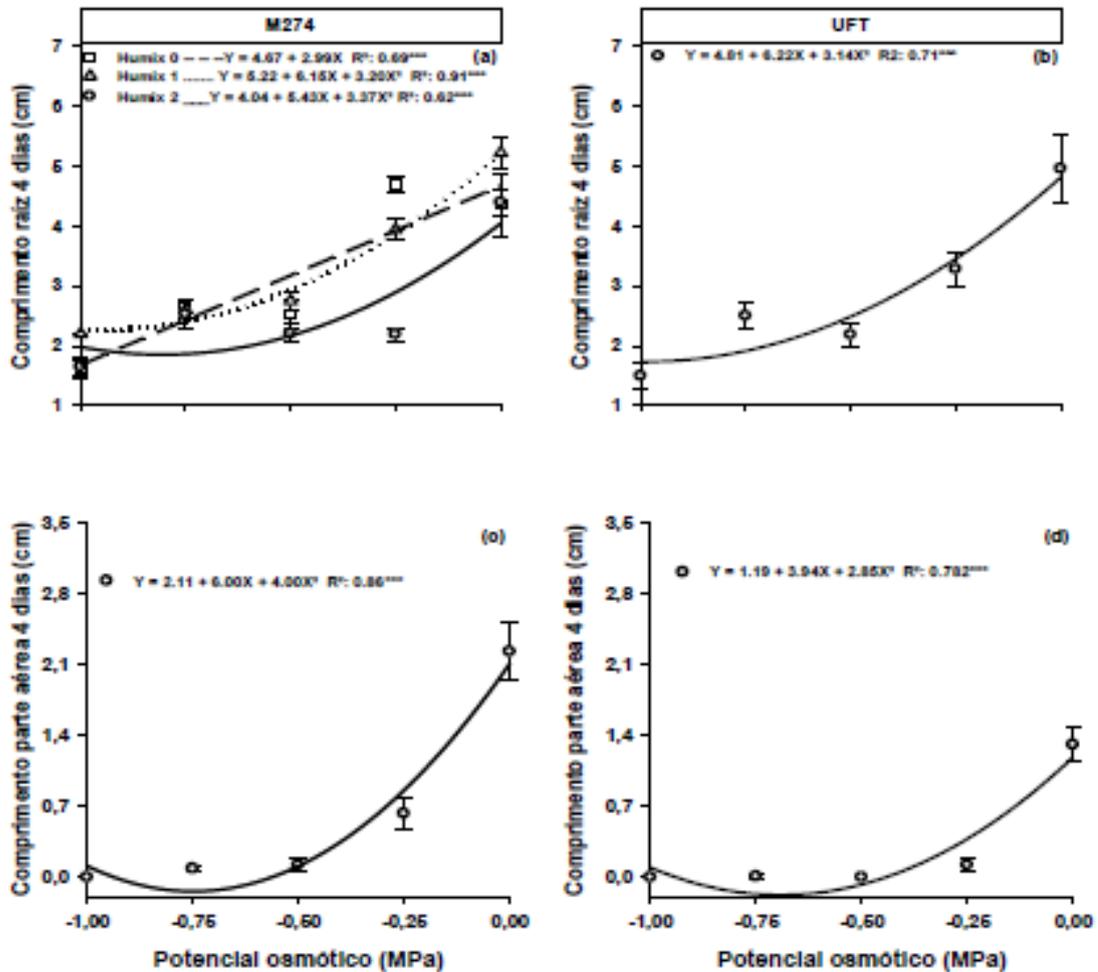
Potenciais osmóticos inferiores a - 0,50 MPa afetaram bruscamente a germinação de plântulas normais das cultivares, apresentando valores próximos à zero. Observou-se a formação de plântulas normais até o potencial - 0,25 MPa. Avilla et al, (2007) também constatou redução na germinação (plântulas normais) de sementes de canola submetidas a estresse hídrico, onde foi observado valores razoáveis até -0,25 MPa.

Tendo em vista a comparação de germinação, plântulas normais e anormais, pode-se afirmar que o estresse hídrico afetou bruscamente o desenvolvimento das plântulas, do que a percentagem da germinação em si. Teixeira et al, (2011) trabalhando com sementes de cambre, constatou formação de plântulas normais até o potencial de -0,6 MPa, ressaltando que as sementes obtiveram raiz primária até o potencial de -1,0 Mpa, porém não houve formação de plântulas normais.

Na figura 3 estão representadas as médias do comprimento inicial (4 dias) da raiz e

parte aérea. Houve diferença significativa ($P < 0,01$) para as duas cultivares com os potenciais osmóticos. Observou-se que à medida que o potencial osmótico diminui, ocorre um decréscimo no crescimento da raiz e da parte aérea para as cultivares.

Figura 3 - ABCD. Comprimento inicial (4 dias) da raiz e parte aérea para as cultivares de milho (M274 E UFT CERRADO) em diferentes potenciais osmóticos associados a doses de humix.



Fonte: AUTOR, 2019

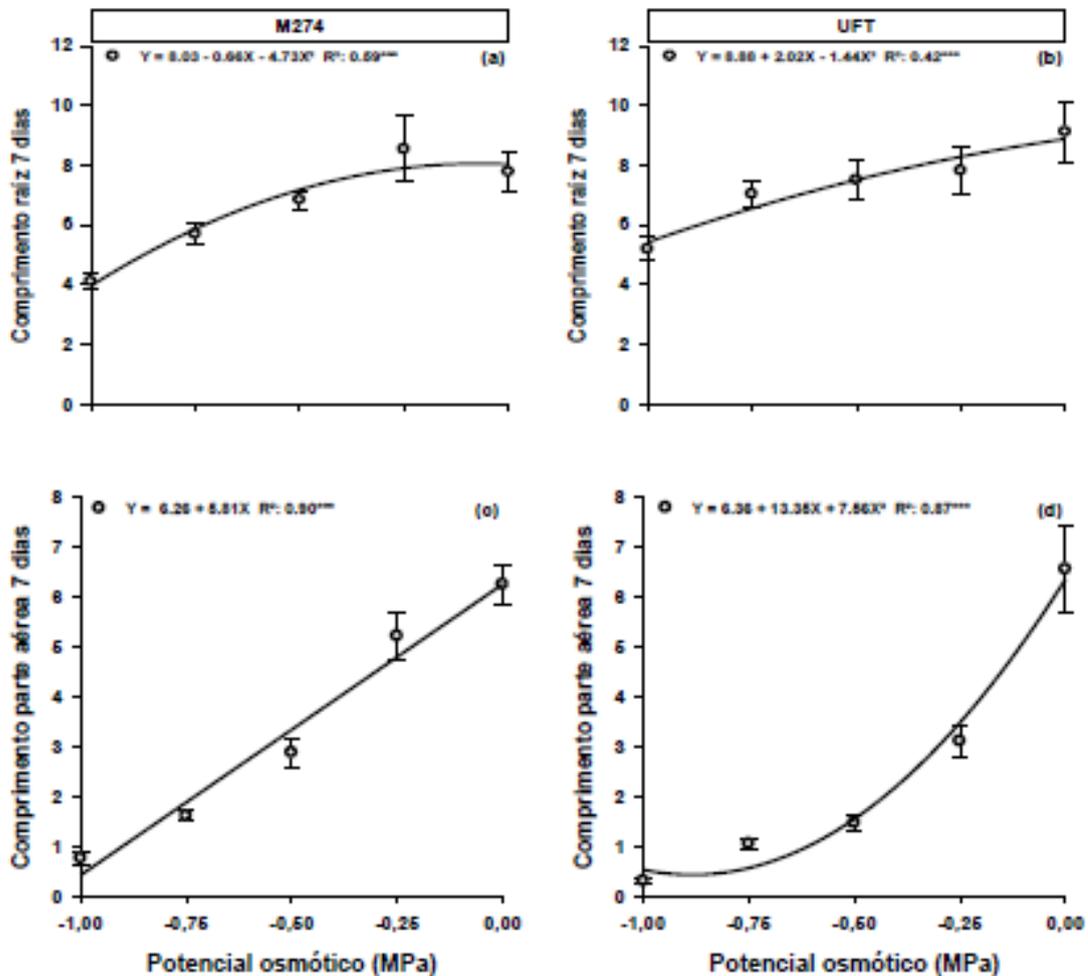
A cultivar M274 apresentou diferença significativa ($P < 0,05$), para as doses de humix testadas, onde foi observado que as sementes tratadas com o bioestimulante humix, na dose de 1ml/100 sementes obtiveram um crescimento inicial das raízes das plântulas maior em relação a testemunha. A cultivar UFT cerrado não apresentou diferença significativa entre as doses de humix. As duas cultivares tiveram em média os mesmos valores de comprimento inicial da raiz.

Comparando a o crescimento inicial das raízes e parte aérea, observou-se que medida que diminui o potencial osmótico ocorreu uma tendência de maior crescimento das raízes em

relação à parte aérea, chegando a valores iguais a zero em crescimento da parte aérea em potenciais menores que 0,50 MPa. Esse efeito se deve ao fato de que plântulas sujeitas a níveis de potenciais osmóticos negativos, apresentam maior desenvolvimento do sistema radicular em relação ao aéreo para buscar água em maiores profundidades (ÁVILA et al, 2007).

Na figura 4 estão representadas as médias do comprimento da raiz e parte aérea de plântulas com 7 dias.

Figura 4 - ABCD. Comprimento final (7 dias) da raiz e parte aérea para as cultivares de milho (M274 E UFT CERRADO) em diferentes potenciais osmóticos associados a doses de bioestimulante humix.



Fonte: AUTOR, 2019.

Houve diferença significativa ($P < 0,01$) para as duas cultivares em relação aos diferentes potenciais osmóticos, porém não houve diferença significativa para as doses humix, ou seja, as doses de bioestimulante humix, independente do potencial osmótico, não influenciaram o crescimento da raiz e da parte aérea das plântulas no comprimento

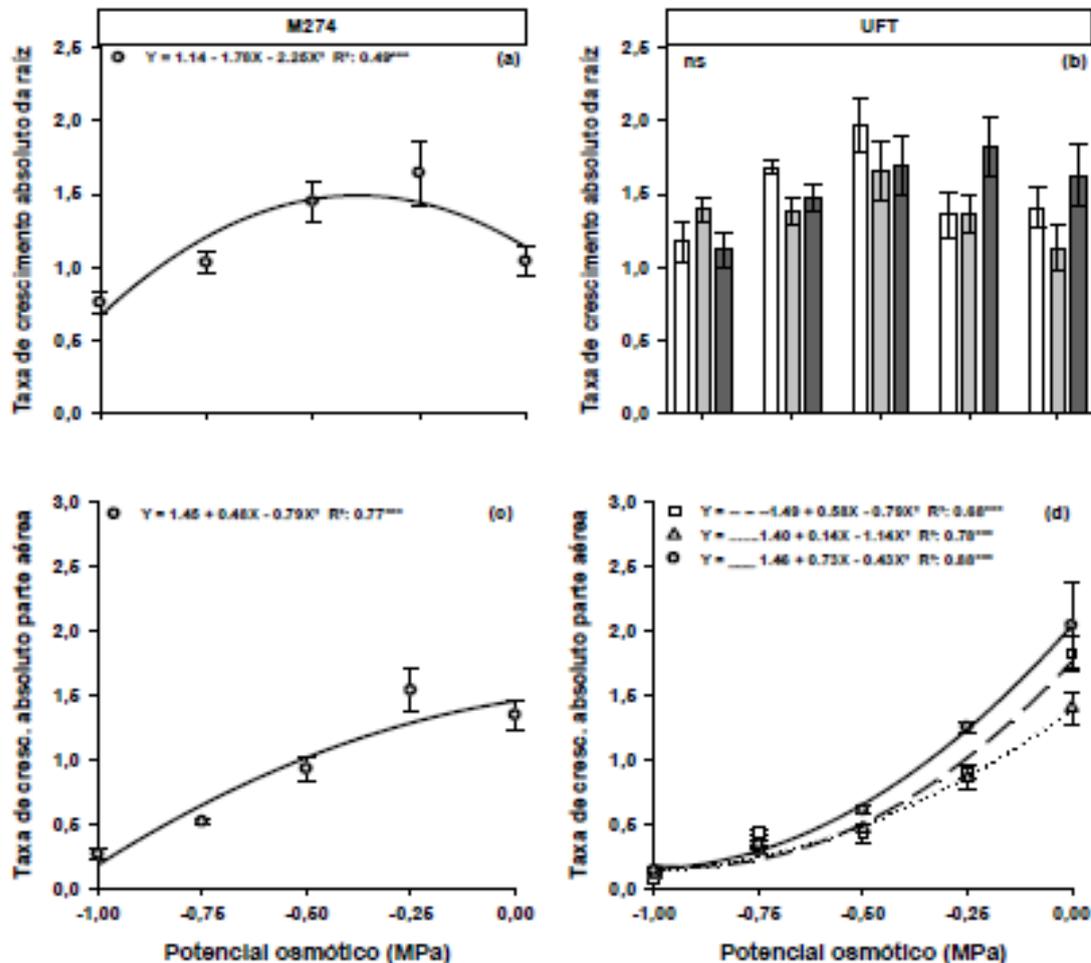
final Resultados semelhantes foram encontrados por Silva et al. (2009), que avaliaram os efeitos de bioestimulante via tratamento de sementes no desenvolvimento inicial de plântulas de algodão, não encontraram diferenças significativas do comprimento da raiz e parte aérea.

Observou-se que ocorre um decréscimo no crescimento da raiz e da parte aérea das cultivares à medida que o potencial osmótico diminui. A cultivar M274 apresentou maior comprimento de raiz no potencial osmótico de -0,25 Mpa quando comparado com a testemunha.

A cultivar UFT CERRADO teve melhor desempenho na testemunha. Foi notado que a cultivar UFT CERRADO na testemunha, apresentou um comprimento inicial de parte aérea inferior a cultivar M274, porém no comprimento final a cultivar UFT CERRADO recuperou o comprimento final expressivamente.

Os resultados para as taxas de crescimento absoluto das plântulas de milho submetido ao estresse hídrico encontra-se na figura 5. Observou-se diferença significativa ($P < 0,01$) para as duas cultivares com os potenciais osmóticos. A cultivar M274 não apresentou diferença significativa para as doses de humix, porém apresentou uma maior taxa de crescimento absoluto da raiz e da parte aérea no nível de potencial osmótico de -0,25 MPa (Figura 5A).

Figura 5 - ABCD. Taxa de crescimento absoluto da raiz e parte aérea de duas cultivares de milho (M274 e UFT CERRADO) em diferentes potenciais osmóticos associados a dose de humix.

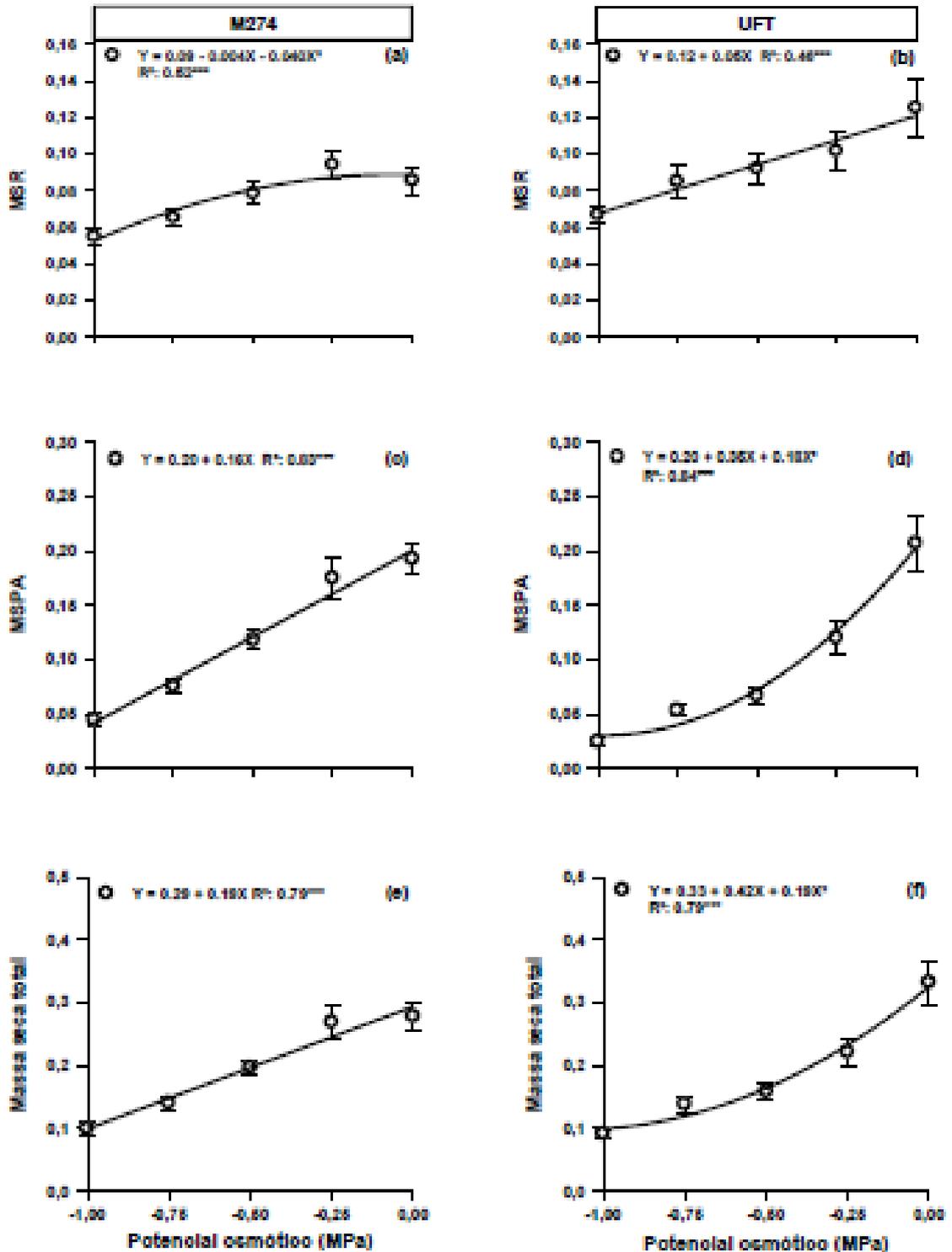


Fonte: AUTOR, 2019.

Já a cultivar UFT CERRADO obteve diferença significativa ($P < 0,05$) para o as doses de humix, e para a interação POxH na taxa de crescimento absoluto da parte aérea. Observou-se que a dose de 2 ml de bioestimulante Humix, obteve uma velocidade de crescimento da parte aérea maior em comparação com a testemunha e a dose de 1 ml (Figura 5C). Para esta cultivar não foi observado diferença significativa entre os potenciais osmóticos e nem entre as doses de humix para a TCA da raiz.

Os dados referentes à massa seca da raiz, parte aérea e massa seca total estão dispostos na figura 6.

Figura 6 - ABCDEF. Massa seca raiz, parte aérea e massa seca total de duas cultivares de milho (M274 e UFT CERRADO) submetidas ao estresse hídrico associado a doses de humix.



Fonte: AUTOR, 2019

Houve efeito significativo ($P < 0,01$) apenas para os potenciais osmóticos das cultivares. A cultivar M274 apresentou melhores valores de massa seca da raiz no potencial osmótico - 0,25 MPa comparando com a testemunha.

Nota-se que a massa seca total de plântulas decresce com a diminuição dos potenciais osmóticos. Resultados semelhantes foram obtidos por Morais e Meneses (2003) em soja, e Mortele et al. (2006) em milho, constataram que houve uma redução progressiva na massa seca de plântulas a medida que diminui o potencial osmótico da solução.

Segundo Bewley e Black (1996) a redução da biomassa seca, assim como o crescimento de plântulas, pode ser explicada pela diminuição no metabolismo das sementes, em função da menor disponibilidade de água para a digestão das reservas e translocação de produtos metabolizados.

Como foi observado neste estudo, à medida que o potencial osmótico se torna mais negativo ocorre uma redução no desempenho das sementes, tornando-se críticos para o desenvolvimento das plântulas. Os resultados revelam a importância de estudos dos potenciais hídricos do substrato considerados críticos para a germinação e desenvolvimento das sementes, podendo assim indicar às condições mínimas e ótimas de potencial hídrico no solo para a germinação e crescimento de plântulas.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O bioestimulante humix apresentou resultados que não geraram um efeito significativo na taxa de germinação das sementes. Além disso, observou-se que a redução do potencial osmótico não exerceu influência negativa sobre o processo de germinação das sementes.

No entanto, torna-se evidente que essa diminuição no potencial osmótico desempenha um papel crucial no desenvolvimento subsequente das plantas. Esta constatação se traduz no impacto direto sobre o crescimento das plântulas, o que por sua vez influencia de maneira substancial o estabelecimento e a densidade populacional das plantas no ambiente de campo.

Portanto, embora a germinação inicial não tenha sido amamentada, fica claro que o potencial osmótico desempenha um papel fundamental no crescimento e estabelecimento bem-sucedido das plantas ao longo de seu ciclo de vida.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGUIAR, et al. Distribuição de massa molecular de ácidos húmicos e promoção do crescimento radicular. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.33, n.6, p.1613-1623, 2009.
- ÁVILA, M. et al. Influência do estresse hídrico simulado com manitol na germinação de sementes e crescimento de plântulas de canola. **Revista Brasileira de Sementes**, vol. 29, nº1, p.98-106, 2007.
- BENINCASA, M. M. P. **Análise de Crescimento de Plantas (noções básicas)**. Jaboticabal: funep, 2003. 42p.
- BEWLEY, J.; BLACK, M. *Seeds: physiology of development and germination*. 3. Ed. New York; Plenum Press, 1994. 445p.
- BRASIL, Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. **Regras para análise de sementes**. Brasília: SNDA/DNDV/CLAV, p.364, 2009.
- CARON, F.V.; GRAÇAS,J.; CASTRO, P.R. **Condicionadores do solo: ácidos húmicos e fúlvicos. Série Produtor Rural - nº 58** Piracicaba 2015.
- CONAB - (Companhia Nacional do Abastecimento). Histórico semanal. Comparativo de área, produção e produtividade.
- COSTA, et al. Utilização de bioestimulantes na produção de mudas de melancia. **Revista Verde**, v. 3, n. 3, p. 110-115, 2008.
- CRUZ, J. et al. Safrinha deve superar a safra de verão. **Revista Campo & Negócio**. N. 127, 24-29, 2013.
- DIAS, M. C.; BARROS, A. S.; **Avaliação da qualidade de sementes de milho**. Londrina: IAPAR, 1995. 43 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) Universidade Federal de Mato Grosso.
- DUTRA, S. M. F. **Expressão de genes relacionados à tolerância a altas temperaturas durante a germinação de sementes de milho**. Dissertação (Mestrado) p.72 - Universidade Federal de Lavras, Minas Gerais, 2014.
- DUTRA, V. **Tendências da oferta e demanda mundial de milho e seus impactos na cadeia produtiva do agronegócio brasileiro**.
- FANCELLI, A. L.; et al. **Produção de milho. Agropecuária, Guaíba**, 2000. 360p.
- JAIZ, L.; et al. *Fisiologia e Desenvolvimento Vegetal*. 6º edição. **Editora Artmed**. Ano 2017.
- KAPPES,C. et al. Germinação, Vigor de Sementes e Crescimento de plântulas de milho sob condições de déficit hídrico. **Scientia agraria**, v. 11, Curitiba, n.2, 2010.

KERBAUY, G.; Fisiologia Vegetal. 2º edição. Editora **Guanaraba Koogan Ltda**, 2008.

LARCHER, W.; Ecofisiologia Vegetal. 3º edição. Editora **Rima**, 2000.

LANZA, N. B **Reindução da tolerância a dessecação de sementes germinadas de milho**.

MARENCO, R.A., et al. Fisiologia Vegetal – Fotossíntese, Respiração, Relações Hídricas e Nutrição. 3º edição. Editora **UFV**, 2009.

MINUZZI, R. B.; LOPES, F. Z. Desempenho agrônômico do milho em diferentes cenários climáticos no Centro-Oeste do Brasil. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.19, n.8, p.734–740, 2015.

MORAIS, G. A.; MENEZES, N. L.; Desempenho de sementes de soja sob condições diferentes de potencial osmótico. **Ciência Rural**. Santa Maria, v. 33, N.2, p.219-226. 2003.

MORTELE, L. al. Germinação de sementes e crescimento de plântulas de cultivares de milho-pipoca submetidas ao estresse hídrico e salino. **Revista Brasileira de Sementes**, vol. 28, n°3, p. 169-176. 2006.

NICCHIO, B. et al. Ácido húmico e bioativador no tratamento de sementes de milho. **Journal of Agronomic Sciences**, Umuarama, v.2, n.2, p.61-73, 2013.

OLIVEIRA, A. et al. Testes de vigor em sementes baseados no desempenho de plântulas. **InterSciencePlace**, v.1, n. 4, 2009.

PERES, W. L. R. **Testes de vigor em sementes de milho**. Dissertação (Mestrado) p.50 Universidade Estadual Paulista - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, São Paulo, 2010.

SILVA, M.W.; et al. **Efeitos de diferentes bioestimulantes via tratamento de sementes no desenvolvimento inicial de plantas de algodão (*Gossypium hirsutum* L.)**. Botucatu: Universidade Estadual Paulista, 2009.

TEIXEIRA, R, et al. Germinação e vigor de sementes de crambe sob estresse hídrico. **Irriga**, Botucatu, v. 16, n° 1, p. 42-51, 2011.

VON PINHO, R. et al. Efeito de métodos de adubação e épocas de semeadura em características agrônômicas de cultivares de milho cultivadas na “safrinha”. **Ciência e agrotecnologia**, v.26, n.4, p.719-730, 2002.

WEBER, F. **Uso de bioestimulantes no tratamento de sementes de soja**. Pelotas, 2011. 28f. Dissertação (Mestrado em Ciências). Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, 2011

APÊNDICES – RESUMO DA ANÁLISE DE VARIÂNCIA

QUADRO 1 – Resumo da análise de variância para valores de F. Porcentagem de germinação, plântulas normais e anormais provenientes de duas cultivares de milho (M274 e UFT CERRADO) em diferentes potenciais osmóticos e doses de humix.

| FV | M274 | | | UFT | | |
|-------------------------|------------|----------|----------|--------------------|---------|----------|
| | Germinadas | Normais | Anormais | Germinadas | Normais | Anormais |
| Potencial osmótico (PO) | 2,27ns | 130,42** | 125,31** | 20,86** | 72,24** | 59,36** |
| Humix (H) | 0,49ns | 0,07ns | 0,05ns | 3,26* | 0,00ns | 0,06ns |
| PO x H | 3,35* | 0,03ns | 0,04ns | 0,44ns | 0,00ns | 0,01ns |
| Regressão | Ns | a | Q | L ^b e Q | Q | Q |

FV: fonte de variação; ^aQuadrático; ^bLinear ** significativo a 1% (p<0,01); *significativo a 5% (p<0,05); ^{ns} não significativo.

QUADRO 2 - Valores de F e significância para comprimento inicial (4 dias) da raiz e parte aérea para as cultivares de milho (M274 E UFT CERRADO) em diferentes potenciais osmóticos associados a doses de humix.

| FV | M274 | | UFT | |
|-------------------------|----------|----------|----------|---------|
| | CR4 | CPA4 | CR4 | CPA4 |
| Potencial osmótico (PO) | 125.39** | 100.74** | 107.55** | 58.71** |
| Humix (H) | 7.33* | 0.60ns | 0.11ns | 0.03ns |
| PO x H | 1.63ns | 0.86ns | 0.26ns | 0.05ns |
| Regressão | Qa e Lb | Q | Q | Q |

FV: fonte de variação; ^aQuadrático; ^bLinear; ** significativo a 1% (p<0,01); *significativo a 5% (p<0,05); ^{ns} não significativo

QUADRO 3 - Valores de F e significância para comprimento final (7 dias) da raiz e parte aérea para as cultivares de milho (M274 E UFT CERRADO) em diferentes potenciais osmóticos associados a doses de humix.

| FV | M274 | | UFT | |
|-------------------------|---------|----------|---------|----------|
| | CR7 | CPA7 | CR7 | CPA7 |
| Potencial osmótico (PO) | 71,24** | 536,34** | 44,57** | 190,41** |
| Humix (H) | 2,38ns | 0,36ns | 0,59ns | 1,90ns |
| PO x H | 0,82ns | 1,33ns | 1,25ns | 1,57ns |
| Regressão | Qa | Lb | Q | Q |

FV: fonte de variação; ^aQuadrático; ^bLinear; ** significativo a 1% (p<0,01); *significativo a 5% (p<0,05); ^{ns} não significativo.

QUADRO 4- Valores de F e significância da taxa de crescimento absoluto da raiz e parte aérea de duas cultivares de milho (M274 e UFT CERRADO) em diferentes potenciais

osmóticos associados a dose de humix.

| FV | M274 | | UFT | |
|-------------------------|---------|----------|--------|----------|
| | TCR | TCPA | TCR | TCPA |
| Potencial osmótico (PO) | 11,77** | 166,91** | 0,99ns | 246,52** |
| Humix (H) | 1,92ns | 0,13ns | 1,22ns | 4,01* |
| PO x H | 0,11ns | 0,43ns | 3,15ns | 3,37* |
| Regressão | Qa | Q | ns | Q |

FV: fonte de variação; ^aQuadrático; ** significativo a 1% (p<0,01); *significativo a 5% (p<0,05);^{ns} não significativo.

QUADRO 5 - Valores de F e significância de massa seca raiz, massa seca aérea e massa seca total de duas cultivares de milhas (M274 E UFT CERRADO) submetidas ao estresse hídrico associado a doses de humix.

| FV | M274 | | | UFT | | |
|-------------------------|---------|----------|----------|---------|----------|----------|
| | MSR | MSPA | MSTOTAL | MSR | MSPA | MSTOTAL |
| Potencial osmótico (PO) | 47,72** | 270,21** | 205,64** | 55,26** | 201,08** | 182,96** |
| Humix (H) | 1,09ns | 0,42ns | 0,68ns | 1,85ns | 2,95ns | 2,14ns |
| PO x H | 1,81ns | 0,84ns | 0,71ns | 0,62ns | 2,08ns | 1,99ns |
| Regressão | Qa | Lb | L | L | Q | Q |

FV: fonte de variação; ^aQuadrático ^bLinear; ** significativo a 1% (p<0,01); *significativo a 5% (p<0,05); ^{ns} não significativo