

Uso de enraizadores no desenvolvimento inicial do milho em restrição hídrica

Guilherme Afonso Becker Molina^{*1}; Nayara Parisoto Boiago¹

¹Curso de Agronomia, Centro Universitário Assis Gurgacz (FAG), Cascavel, Paraná. ^{1*}

^{1*}beeckerr@gmail.com

Resumo: O milho (*Zea mays* L.), há vários anos é uma das principais culturas cultivadas no Brasil, desde a produção para consumo humano quanto para animais. O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito de enraizadores no desenvolvimento inicial do milho em condições de restrição hídrica, sendo o trabalho realizado no Cedetec no Centro Universitário Assis Gurgacz, localizada no município de Cascavel-PR. O delineamento foi em blocos casualizados, divididos em dois fatores sendo o Fator A irrigação, dividido em com irrigação e sem irrigação, e o Fator B, segundo é o uso de enraizadores diferentes um a base de zinco, molibdênio e enxofre, já o outro um enraizador organomineral composto por diversos aminoácidos, com quatro repetições que resultaram 24 unidades experimentais. A coleta de dados foi realizada no momento em que a planta atingiu seu estágio V7 (cerca de 4 semanas após semeadura). Os parâmetros que foram medidos são o tamanho e biomassa seca de raiz, tamanho da planta inteira, diâmetro do caule, índice de clorofila e biomassa seca da parte aérea e da raiz da planta. Os dados foram submetidos à análise descritiva, teste de normalidade Anderson Darling e análise de variância utilizando o software Minitab a 5% de significância. Nos resultados foi verificado que não houve diferença entre os tratamentos e combinação entre eles. Assim, conclui-se que com a avaliação dos resultados obtidos no experimento, não houve influência dos enraizadores no milho passando por restrição hídrica.

Palavras-chave: *Zea mays*; secas prolongadas; enraizamento.

Use of roots in the initial development of maize underwater restriction

Abstract: The maize (*Zea mays* L.), for several years is one of the main crops grown in Brazil, from production for human consumption as well as for animals. The main focus of this work is to analyze the efficiency of the rooters in the plant under water stress conditions, being the work performed at Cedetec in Center University Assis Gurgacz, located in the city of Cascavel-PR. The design will be in randomized blocks, divided into two factors, the first factor is irrigation been the Factor A, divided in with irrigation and without irrigation. The factor B is the use of different rooting units and a part without rooting unit, being the control. There will be six treatments with four repetitions that will result in 24 experimental units. Data collection will take place when the plant reaches its V7 stage (about 4 weeks after sowing). The parameters that will be measured are root size and dry biomass, whole plant size, stem diameter and, finally, dry biomass of the plant above ground. The results obtained will be submitted to analysis of normality by the Anderson Darling method at 5% and will be used the *Minitab* software for, subjected to descriptive analysis, normality test and analysis of variance. In the results it was verified that there was no difference between treatments and combination between them. Thus, it is concluded that with the evaluation of the results obtained in the experiment, there was no influence of the rooters on maize undergoing water stress.

Keywords: *Zea mays*; prolonged droughts; rooting.

Introdução

As mudanças climáticas se intensificaram e muitas destas foram de formas naturais, efeitos que são difíceis de prever e, por isso, com o passar dos anos, os estudos sobre esse tema se intensificou, porém, não significa que não há influência humana nos efeitos. Um exemplo é o efeito estufa, o qual provoca o aquecimento da terra, conseqüentemente, este se alia aos efeitos naturais causando diversas alterações climáticas (SILVA e GUETTER, 2003).

Estes efeitos causam uma variabilidade muito alta na precipitação que podem causar perdas na produção e, por fim, afetam a economia não apenas dentro do estado, mas do país todo (NERY, VARGAS e MARTINS, 1997). Para que o milho cresça é necessário que haja uma raiz disposta e desenvolvida. Segundo Bassóli *et al.* (1994), a raiz depende de fatores químicos, fisiológicos e biológicos, pH, teores de alumínio e, ainda, a disponibilidade de água.

O estresse hídrico é um dos principais problemas causados devido a indisponibilidade de água para as plantas. Segundo Osmond *et al.* (1987), a deficiência hídrica causa o fechamento estomático e, conseqüentemente, o movimento das folhas, efeitos que evitam a perda da água pela planta. Quando as plantas passam por estresses hídricos, a taxa de transpiração, a condução estomática e a taxa fotossintética são alteradas, além de alteração da expansão celular, translocação de substâncias e a síntese da parede celular (CALBO e MORAES, 2000). Tais eventos fisiológicos alteram a taxa de crescimento.

Por vez, esta deficiência hídrica causa alterações no desenvolvimento radicular e aéreo da planta e, com isso, seu processo de desenvolvimento é inibido em grande parte (SANTOS e CARLESSO, 1998).

O milho (*Zea mays* L.) é uma cultura altamente suscetível ao déficit hídrico, esse fato motiva as indústrias produtoras de grãos a desenvolverem híbridos mais tolerantes a adversidades ambientais (PIMENTEL, 1999). É uma planta que pertence à família Poaceae, é uma das principais fontes de alimento no mundo, tanto na alimentação humana quanto animal. Cultivado em todo o Brasil, esse é o principal ingrediente na ração animal e possui um grande valor econômico (GALVAO e MIRANDA, 2004).

Por conta de tais fatores que influenciam no desenvolvimento radicular e, dado a sensibilidade à variação hídrica, o mercado vem inovando em produtos que auxiliam nesse órgão, sendo o uso de enraizadores uma ótima alternativa, pois aumentam a formação das raízes, fator considerado muito importante quando a planta é exposta a condições de restrição hídrica (VIERA e SANTOS, 2005).

Os tratamentos de semente que incluem os enraizadores aumentam o desempenho da planta nas suas fases iniciais e isso garante uma melhor uniformidade entre as plantas (ROCHA, 2016). Os enraizadores possuem na sua formulação substâncias com características de reguladores de crescimento (hormônios) e estes elementos influenciam na resistência da planta a certos tipos de estresses (ARAGÃO *et al.*, 2003).

Além disso, esses podem conter zinco e molibdênio com função de catalisadores de enzimas para os processos metabólicos da planta (LOPES, 1989). Prado *et al.* (2007), diz que a aplicação de zinco, no tratamento de sementes, demonstra uma grande mudança na planta, fazendo com que ela tenha maior uniformidade na distribuição e, conseqüentemente, menores perdas.

Segundo Piccinin (2014), estudos indicam resultados positivos no sentido fisiológico da planta do milho, sugerindo alterações do metabolismo e morfologia, aumentando seu porte para desenvolvimento e com base nisto, sendo que cada safra que se passa, vem sendo mais utilizados tais reguladores de crescimento na cultura. Já Lana *et al.* (2009) também fala que o uso de enraizadores proporciona diversos benefícios para a planta em seu estágio inicial, sendo o principal deles o crescimento radicular, conseqüentemente a planta se torna mais resistente a diversos estresses, entre eles também se incluem resistência a pragas e doenças, por conta da maior absorção de nutrientes do solo. Uma das principais condições para o milho se desenvolver, é ter uma capacidade de enraizamento alta, ou seja, possuir um solo adequado para formação das raízes e seu alongamento (SILVA, 2019)

Sendo assim, o objetivo deste trabalho é avaliar o efeito de enraizadores no desenvolvimento inicial do milho em condições de restrição hídrica.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido na Estação de Cultivo Protegido do CEDETEC no Centro Universitário e Fundação Assis Gurgacz, localizada no município de Cascavel-PR, com coordenadas longitude 53° 27' 19" oeste e latitude 24° 57' 21" sul, estando a 782 metros do nível do mar, a partir do dia 11/05/2021. O solo da área é classificado como latossolo vermelho distroférrico (EMBRAPA, 2013) e apresenta um clima subtropical mesotérmico suprimido e temperatura média outono/inverno de 15 °C de acordo com a média dos últimos anos (APARECIDO *et al.* 2016).

O delineamento experimental adotado para o experimento é em blocos casualizados bifatoriais com seis tratamentos e com quatro repetições, resultando em 24 unidades experimentais.

O fator A é a irrigação e possui dois níveis sendo estes com irrigação e sem irrigação. O fator B é o uso de enraizadores, sendo três níveis, sem enraizadores, com o enraizador 1 e o enraizador 2.

O tratamento com os enraizadores foi realizado na semente de milho antes do plantio. A mistura será realizada em um recipiente do qual será colocado a semente e o enraizador, agitando até homogeneizar e, após, este processo as sementes serão colocadas na sombra.

Um enraizador a ser usado será um fertilizante líquido contendo 1% de nitrogênio + 2% de P_2O_5 + 1% de K_2O + 0,75% de molibdênio $p\ p^{-1}$ ou $10,5\ g\ L^{-1}$ de N + $21\ g\ L^{-1}$ de P_2O_5 + $10,5\ g\ L^{-1}$ de K_2O + $7,88\ g\ L^{-1}$ de molibdênio. Contém em sua formulação extrato de algas, possibilitando o melhor aproveitamento destes nutrientes para as culturas indicadas. A dose a ser aplicada será de $5\ mL\ kg^{-1}$ de sementes.

O outro enraizador a ser usado é um fertilizante organomineral Classe A, certificado internacionalmente para a agricultura orgânica e ecológica, contém carbono orgânico total com elevada capacidade de troca catiônica (CTC), 16 aminoácidos diferentes, ácidos fúlvicos, extrato de alga e os micronutrientes cobalto, molibdênio e zinco.

Uma análise no solo utilizado foi realizada sendo que não foi necessário a realização de adubação e correção conforme mostra a Tabela 1.

Tabela 1 – Características químicas do solo utilizado no experimento.

P	K	Ca	Mg	Al	H+Al	CTC (T)	CTC (t)	V	MO	pH
$mg\ dm^{-3}$				$cmolc\ dm^{-3}$				%	$g\ dm^{-3}$	CaCl ₂
15,54	0,63	5,39	1,32	0,18	7,76	15,10	7,52	48,61	36,77	4,90

Fonte: Molina e Boiago (2021).

O plantio do milho foi realizado em vasos e foram colocadas seis sementes em cada a 3 cm de profundidade. Na semeadura foram separados os 24 vasos e estes serão completados com solo e cada vaso foi pesado, ignorando o peso do vaso, para assim determinar o peso total de solo em cada.

Após este processo, os vasos foram umedecidos até sua capacidade máxima de campo e assim todos pesados novamente para saber a diferença entre o valor seco e o valor úmido que é a quantidade de água que foi adicionada em cada vaso. Esse valor foi mantido em irrigação até o momento do início do tratamento de restrição hídrica.

Após dez dias de emergência, a irrigação foi suspensa naquelas plantas que foram submetidas a restrição hídrica e os outros vasos continuaram sendo irrigados manualmente. A restrição hídrica durou 25 dias.

As plantas foram avaliadas em seu estágio V7 (quatro semanas após emergência) e 10 dias após o reestabelecimento da irrigação. Os parâmetros a serem avaliados foram comprimento de raiz, diâmetro da planta, índice de clorofila, biomassa seca de parte aérea e biomassa seca de raiz.

A altura da planta e o comprimento de raiz foram medidos com trena e expressos em centímetros. Para medir o diâmetro da planta foi usado um paquímetro. Para medir o índice de clorofila se utilizou um clorofilometro Falker, sendo medido na última folha bem desenvolvida, e apenas uma folha por planta, sendo expresso em porcentagem de clorofila.

Para a biomassa seca tanto da parte aérea quanto da raiz foi exposta as partes da planta na desmontagem do experimento, sendo separadas, lavadas e limpas. Após este processo, as plantas foram colocadas em sacos de papel Kraft e levadas a estufa a 65 °C por três dias e pesadas em balança de precisão.

Os dados foram submetidos à análise descritiva, teste de normalidade Anderson Darling e análise de variância utilizando o software Minitab a 5% de significância (MINITAB, 2016).

Resultados e Discussões

Os resultados estão apresentados na Tabela 1 mostrando o resumo da análise descritiva e da análise de variância para os fatores de restrição hídrica, enraizadores e a interação entre estes, nos parâmetros altura, índice de clorofila, diâmetro, biomassa seca de parte aérea e biomassa seca de raiz.

Como observado na Tabela 2, nota-se que nas características citadas, o valor do coeficiente de variação que expressa a variabilidade, sendo assim ele é bom em todas características exceto em biomassa seca de parte aérea e de raiz, pois foram as únicas amostras apresentando um valor de C.V. acima de 20%, sendo que isto é esperado neste tipo de experimento quando trabalhado com estresse hídrico (BALESTRASSI, 2007). O coeficiente de variação é a capacidade de comparar resultados de diferentes trabalhos que envolvem a mesma variável-resposta, permitindo quantificar a precisão das pesquisas (KALIL, 1977 e GARCIA, 1989). Ao analisar o p-valor do teste de Anderson-Darling, verificou-se todos os parâmetros avaliados tem distribuição normal, com p-valor $> 0,5$ em todos os casos.

Tabela 2 - Resumo da análise descritiva e análise de variância para os fatores restrição hídrica (RH), enraizadores (E) e a interação entre eles (RH * E) para os parâmetros de altura, índice de clorofila (IC), diâmetro (DIAM), biomassa seca de parte aérea (BSPA) e biomassa seca de raiz (BSR).

	Altura (cm)	IC	DIAM (mm)	BSPA (g)	BSR (g)
Média	13,82	22,35	11,65	2,70	2,42
C.V. (%)	12,89	19,09	11,99	34,01	44,01
p-valor Anderson Darling	0,649 ^{ns}	0,763 ^{ns}	0,546 ^{ns}	0,615 ^{ns}	0,862 ^{ns}
p-VALOR da ANOVA					
Restrição Hídrica	0,886 ^{ns}	0,582 ^{ns}	0,151 ^{ns}	0,114 ^{ns}	0,893 ^{ns}
Enraizadores	0,399 ^{ns}	0,085 ^{ns}	0,341 ^{ns}	0,143 ^{ns}	0,385 ^{ns}
RH * E	0,842 ^{ns}	0,558 ^{ns}	0,772 ^{ns}	0,850 ^{ns}	0,776 ^{ns}

C.V. = É o coeficiente de variação, NS = Não significativo pela ANOVA a 5% de significância. Quando usado o * significa a interação entre os dois fatores.

Observa-se também que não há diferença entre os enraizadores estudados, também não foi notado diferença entre as condições hídricas estudadas e não há interação entre eles, pois não houve diferença estatística como mostrado pela ANOVA a 5% de significância. Dessa forma, na Tabela 3 são apresentadas as médias dos parâmetros estudados.

Tabela 3 - Médias de altura, índice de clorofila (IC), diâmetro (DIAM), biomassa seca de parte aérea (BSPA) e de raiz (BSR) de milho desenvolvidos perante irrigação ou sem irrigação e com diferentes tratamentos de enraizadores.

Estresse	Enraizadores	Altura (cm)	IC	DIAM (mm)	BSPA (g)	BSR (g)
Com irrigação	Testemunha	13,48	22,17	11,90	2,88	2,02
	Enraizador 1	13,00	21,90	11,48	2,58	2,05
	Enraizador 2	14,80	24,36	12,84	3,51	3,07
Sem Irrigação	Testemunha	13,65	19,41	10,78	2,03	2,36
	Enraizador 1	13,63	20,30	11,21	2,23	2,30
	Enraizador 2	14,32	25,93	11,67	2,94	2,67

Enraizador 1: A base de Molibdênio (Mo), Zinco (Zn) e Enxofre (S); Enraizador 2: É um fertilizante organomineral Classe A composto por 16 aminoácidos diferentes e também por Molibdênio, Zinco e Cobre.

Conforme os resultados, constata-se que não houve diferença entre os tratamentos, sendo que dentre os 25 dias de estresse, ele não foi percebido pelo milho como um estresse hídrico. No experimento realizado, houve a irrigação em capacidade máxima de campo até os primeiros 10 dias, sendo assim, não houve uma germinação irregular, facilitando assim o brotamento homogêneo de todas as plantas.

O período de germinação das sementes é um dos períodos mais importantes para definir o potencial do milho. Sendo assim é necessária uma germinação uniforme, nesta fase a necessidade hídrica é baixa, pois varia entre 1,5 a 3mm dia⁻¹, pois não há área foliar, sendo que se há falta de água neste período ocasiona uma germinação irregular e mais lenta (DENMEAD e SHAW, 1982).

Sangoi *et al.* (2010), explica que o período de desenvolvimento entre os estádios V1 e V5 também é caracterizado por uma baixa necessidade hídrica para a cultura do milho, pois ainda possui pouca área foliar. Sendo nesta fase necessária uma disponibilidade hídrica entre 2,5 a 4,5mm dia⁻¹ conforme vão nascendo mais folhas mais água é necessária. Se houver uma estiagem nesta fase irá reduzir a velocidade de crescimento inicial, ocasionando diminuição das folhas diferenciadas e quando a campo, pode competir com plantas daninhas. Como o experimento foi realizado entre as fases vegetativas de V1 a V4 também houve pouca necessidade hídrica, fases que também é dificultada a demonstração deste estresse hídrico.

Com um período de estresse curto, a planta apresentou respostas homeostáticas, que auxiliam ela a manter seu fisiológico funcionando, mesmo que esteja passando por um estresse temporário, com isso ela produz sistema radicular mais lentamente, estômatos ficam por mais tempo fechados, pouco desenvolvimento de parte aérea (RUSCHEL e PENTEADO 1968).

Os resultados relatados por Saidi, Okawa e Hirasawa (2010), mostraram que a massa seca da parte aérea foi significativamente maior nas parcelas na capacidade de campo e menor naquelas com restrição hídrica, e também encontrou uma redução no crescimento das raízes que acabaram reduzindo o potencial hídrico e indicou que isso poderia ter sido causado pela limitação de carboidratos, diminuição da distensão da parede e diminuição da condutividade hidráulica dos tecidos.

Sendo esse fator descrito acima um fator importante que corrobora para o experimento não apresentar diferença significativa pelo fator hídrico. Sendo assim, há trabalhos que apresentam diferença quando se acontece uma restrição hídrica mais longa nestes estádios.

Atualmente há um grande incentivo por parte dos profissionais quanto ao uso de enraizadores em todas as semeaduras, não somente no milho. A tecnologia vem avançando e junto a ela os produtos elaborados para pré-plantio também, sendo assim, dentro dos enraizadores atualmente são encontrados fungicidas, inseticidas, hormônios que ajudam na germinação, proteção da semente, além de outras substâncias como extrato de algas, aminoácidos variando, assim, conforme a marca e o produto (EMBRAPA, 2017).

Como é observado no trabalho de Jordano (2020), o uso do enraizador demonstra um aumento no comprimento da raiz e da parte aérea na planta do milho, sendo que também há o demonstrativo de um aumento de biomassa seca de ambas as partes, diferente do experimento realizado há essa observação.

O enraizador aumenta o vigor das plantas, pois aumenta a quantidade da raiz, promovendo maior absorção de nutrientes e água. Dessa maneira, as plantas de milho translocam maior quantidade de água para as folhas e aumentam a taxa fotossintética, bem como a produção de assimilados pela planta (PEREIRA *et al.*, 2003).

Simeoni, Zanão e Dal Canton (2018) utilizando um híbrido de milho, semeado em casa de vegetação e submetidos a tratamentos com diferentes enraizadores avaliaram comprimento de raízes, altura de plantas e produção de matéria seca, os quais foram avaliados aos quinze dias após emergência. Segundo os autores variáveis altura de plantas, comprimento e massa seca de raízes não sofreram alterações significativas. Sendo assim, também há trabalhos que não demonstram um resultado esperado dos produtos, com isso, não são recomendados em todos os casos.

Conclusão

Com a avaliação dos resultados obtidos no experimento, não houve influência dos enraizadores no milho passado por restrição hídrica.

Referências

APARECIDO, L. E. O.; ROLIM, G. S.; RICHETTI, J.; SOUZA, P. S.; JOHANN, J. A.; Koppen, Thornthwaite and Camargo climate classifications for climatic zoning in the State of Paraná, Brazil. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 40, n. 4, p. 405-417, 2016.

ARAGÃO, C. A.; DANTAS, B. F.; ALVEZ, E.; CATANEO, A. C.; CAVARIANI, C.; NAKAGAWA, J. Atividade amilolítica e qualidade fisiológica de sementes armazenadas de milho super doce tratadas com ácido giberélico. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 25, n. 1, p. 3-48, 2003.

BASSOI, L. H.; JÚNIOR, L. F.; JORGE, L. A. C.; CRESTANA, S.; REICHARDT, K. Distribuição do sistema radicular do milho em terra roxa estruturada latossólica:II. Comparação entre cultura irrigada e fertirrigada. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v. 51, n. 3, p. 541-548, 1994.

CALBO, M. E. R.; MORAES, J. A. Efeitos da deficiência de água em plantas de *Euterpe oleracea* (açai). **Revista Brasil**, v. 23, p. 225-230. 2000.

DENMEAD, O. T.; SHAW, R. H.; The effects of soil moisture stress at different stages on growth on the development and yield of corn. **Agronomy Journal**, v. 52, p. 497-498, 1982.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 3ed. rev. ampl. Brasília, DF: EMBRAPA, 2013. 353p.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Artigo: A tecnologia na agricultura**. Pesquisa de desenvolvimento e Inovação. 2017.

GARCIA, C. H. Tabelas para classificação do coeficiente de variação. Piracicaba: IPEF, 1989. 12p. **(Circular técnica, 171)**.

JORDANO, B. M.; **Influência de inoculantes e enraizadores no desenvolvimento de plantas de milho**. 2020. Trabalho de conclusão de curso - Universidade Cesumar, Curso de graduação em Agronomia. Maringá PR.

KALIL, E. B.; **Princípios de técnica experimental com animais**. Piracicaba: ESALQ/USP, 1977. 210p.

LANA, R. M. Q.; LANA, A. M. Q.; GOZUEN, C. F.; BONOTTO, I.; TREVISAN, L. R. Aplicação de reguladores de crescimento na cultura do feijoeiro. **Bioscience Journal**, v. 25, n. 1, p.13-20, 2009.

LOPES, A. S. Manual de fertilidade do solo. São Paulo. **POTAFOS**. 155p. 1989.

MINITAB. **Getting started with Minitab 17**. Minitab, p. 82. 2016.

NERY, J. T.; VARGAS, W. M.; MARTINS, M. L. O. Variabilidade Interanual da precipitação no Paraná. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria. v. 5, n. 1, p. 115-125, 1997.

OSMOND, C. B.; AUSTIN, M. P.; BERRY, J. A.; BILLINGS, W. D.; BOYER, J. S.; DACEY, J. W. H.; NOBEL, P. S.; SMITH, S. M.; WINNER W. E. Stress Physiology and the Distribution of Plants. **BioScience**, p. 38-48, 1987.

PAULETTI, V.; MOTTA, A. C. V.; **Manual de adubação e calagem para o estado do Paraná**. Sociedade Brasileira do Solo. Curitiba, 2019.

PEREIRA, P.G.; BERGONCI, J.I.; BERGAMASCHI, H.; ROSA, L.M.G.; FRANÇA, S. Efeitos de diferentes níveis de déficit hídrico na fotossíntese e condutância foliar em milho. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v.11, n.1, p.53-62, 2003.

PICCININ, A. P. B. **Tratamento de sementes de milho: avaliações fisiológicas, bioquímicas, de crescimento e da produção**. Tese (Doutorado em Agronomia) UFSM. Universidade Federal de Santa Maria – RS, p. 51-60. 2014.

PIMENTEL, C. Relações hídricas em dois híbridos de milho sob dois ciclos de deficiência hídrica. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 34, n 11, p. 2021-2027, 1999.

PRADO, R. M.; JUNIOR, E. F. F; MOUTA, E. R.; SÃO JOÃO, A. C. G.; COSTA, R. S. S. Crescimento inicial e estado nutricional do trigo submetido à aplicação de zinco via semente. **Revista de la ciencia del suelo y nutrición vegetal**, v. 7, n. 2, p. 22-31, 2007.

ROCHA, G. C. **Qualidade fisiológica de sementes de soja tratadas e armazenadas**. 2016. Dissertação (Pós-Graduação em Agronomia) Universidade de Rio Verde, Rio Verde Goiás. 16 p.

RUSCHEL, R.; PENTEADO, A.F.; Análise dos componentes da variância de duas cultivares de milho e estimativa do progresso genético médio em ensaios de produção. **Pesquisa agropecuária EMBRAPA**. 1968.

SAIDI, A.; OOKAWA, T.; HIRASAWA, T.; Responses of root growth to moderate soil water deficit in wheat seedlings. **Plant Production Science**. v.13, n.3, p. 261-268, 2010.

SANGOI, L.; SCHMITT, A.; VIEIRA, J.; VARGAS, P.; GIRARDI, D.; ZOLDAN, S.; **Ecofisiologia da cultura do milho para altos rendimentos**. Lages: Graphel, 82p. 2010.

SANTOS, R. F.; CARLESSO, R. Déficit hídrico e os processos morfológico e fisiológicos das plantas. **Revista brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 2, n 3, p. 287-294, 1998.

SIMEONI G. A. K.; ZANÃO J. L. A.; DAL CANTON, D.; Efeito de enraizadores em sementes de milho, Santa Tereza do Oeste-PR. **Revista cultivando o saber**, edição especial p. 129 – 136, 2018.

SILVA, M. S. A.; GUETTER, K. A. Mudanças climáticas regionais observadas no estado do Paraná. **Terra Livre**, v. 1, n 20 p. 111-126, 2003.

SILVA, N. P. **Desempenho agrônômico e fisiológico de híbridos de milho cultivados com e sem restrição hídrica**. Dissertação (Pós-Graduação em Agronomia) Unimontes. Universidade Estadual de Montes Claros. Montes Claros – MG, 2019.

SOUZA, P. M.; BRAGA, M. J. Aspectos Econômicos da Produção e Comercialização do Milho no Brasil; **In:** GALVÃO, J. C. C.; MIRANDA, G. V, Tecnologias de Produção do Milho. UFV-Universidade Federal de Viçosa, 2004. 13p

VIEIRA, E. L.; SANTOS, C. M. G. **Estimulante vegetal no crescimento e desenvolvimento inicial do sistema radicular do algodoeiro em rizotrons**. 2005. XIX Encontro Anual de Iniciação científica (EAIC). Universidade do Centro Oeste UNICENTRO.