



Revista
Técnico-Científica



GERMINAÇÃO E DESENVOLVIMENTO DE SEMENTES DE DOIS HÍBRIDOS DE MILHO SOB ESTRESSE HÍDRICO

Claudia Farela Ribeiro Crosa¹, Andrés Chacón Ortiz², Winder Felipez³

¹Engenheira Agrônoma, Universidade Federal de Pelotas (UFPel). E-mail: claudia.crosa2@gmail.com

²Engenheiro Agrônomo, Universidade Federal de Pelotas (UFPel)

³Engenheiro Agrônomo, Universidade Federal de Pelotas (UFPel)

RESUMO: O milho é uma cultura altamente sensível às deficiências hídricas sofridas por as mudanças climáticas súbitas e inesperadas dos últimos anos. É por isso que se avaliou o efeito do potencial osmótico (PO) na germinação e crescimento de plântulas de dois híbridos de milho (BM709 e Milho Doce 159-cat S2). Um DIC foi usado com um arranjo bifatorial com 2 níveis de variedades e 6 níveis de potencial osmótico com 2 repetições. O PO: 0; -0,2; -0,4; -0,6; -0,8 e -1,0 Mpa foram usados. A tendência de ambos os híbridos foi diminuir seu potencial de crescimento tanto na raiz quanto no nível da parte aérea em -0,4 MPa. Apesar de observar graficamente uma menor capacidade de resposta da variedade 1 v.s. da variedade 2, não foram encontradas diferenças significativas quando elas foram comparadas as duas variedades versus os potenciais osmóticos, porém, apresentam-se diferenças significativas na capacidade germinativa de cada uma.

Palavras-chave: Potencial osmótico, desempenho germinativo, *Zea mays* L.

GERMINATION AND DEVELOPMENT OF SEEDS OF TWO CORN HYBRIDS UNDER WATER STRESS

ABSTRACT: Corn is a crop that is highly sensitive to water shortages suffered by the sudden and unexpected climate changes of recent years. That is why the effect of osmotic potential (PO) on the germination and seedling growth of two corn hybrids (BM709 and Sweet Corn 159-cat S2) was evaluated. A DIC was used with a two-factor arrangement with 2 levels of varieties and 6 levels of osmotic potential with 2 repetitions. The PO: 0; -0.2; -0.4; -0.6; -0.8 and -1.0 Mpa were used. The tendency of both hybrids was to decrease their growth potential both at the root and at the level of the aerial part by -0.4 MPa. Despite graphically observing a lower response capacity of variety 1 v.s. of variety 2, no significant differences were found when they were compared between the two varieties versus the osmotic potentials, however, there are significant differences in the germination capacity of each one.

Keywords: *Osmotic potential, germinative performance, Zea mays L.*

INTRODUÇÃO

As plantas experimentam um conjunto de situações desfavoráveis ou estresse ambiental, causado por eventos físico-químicos e/ou biológicos, sendo o déficit hídrico uma das formas do estresse físico-químico (LAYNEZ-GARSABALL, et al., 2008).

Existem cálculos que, pelo menos, um terço da superfície que poderia ser potencialmente cultivada recebe uma quantidade de água insuficiente para o desenvolvimento vegetal, reduzindo consideravelmente os rendimentos agrícolas, de fato, a seca afeta a produção agrícola em quase 60%. No cultivo de milho, as secas reduzem o rendimento em até 15% por ano, com perdas estimadas em 16 milhões de toneladas de grãos (MARTÍNEZ, 1999). O rendimento médio obtido a partir do milho sob condições de sequeiro tem uma diferença muito grande em comparação com a obtida com a irrigação suplementar (SAWCHIK & FORMOSO, 2000; CARDELLINO & BAETGHEN, 2000; GIMENEZ, 2012). As perdas agrícolas causadas pelo estresse hídrico são maiores do que as produzidas por outros tipos de estresse, como o frio, calor, irradiação de luz excessiva ou insuficiente ou estresse químico (MARTÍNEZ, 1999; LAYNEZ-GARSABALL, et al., 2008).

O milho (*Zea mays* L.) originário da América Central é cultivado em território nacional, tendo grande importância econômica, devido às diversas formas de sua utilização, desde a alimentação humana e animal até a indústria de alta tecnologia e utilização na produção de biocombustíveis (FORNASIERI, 2007).

O cultivo do milho apresenta uma grande importância econômica e social no Brasil depois do arroz e o feijão, devido à superfície semeada e a diversidade de usos como para o consumo humano, seja em farinha pré-cozida, produto fresco, ou como concentrados para animais e forragens. A ampla distribuição do cultivo o expõe a diferentes níveis de estresse hídrico, portanto, é necessário avaliar e identificar variedades de milho cada vez mais tolerantes e/ou resistentes a esse nível de estresse PIERRI et al., 2014). No entanto algumas regiões brasileiras apresentam fatores

limitantes, como a presença de solos e água salinizados, comum em locais de clima árido ou semiárido, ocasionando decréscimo na produção (PESSOA-NETO et al., 2016).

A concentração de sais a níveis elevados pode levar a planta a, eventualmente, perder água para o meio externo (DIAS & BLANCO, 2010). Com isto, vários processos fisiológicos e bioquímicos serão afetados, tais como respiração, fotossíntese, síntese de proteínas e metabolismo de lipídeos (GONÇALVES et al., 2011).

O estresse hídrico logo após o plantio é um dos fatores abióticos que mais tem influência no processo germinativo, interferindo diretamente nas atividades enzimáticas da planta minimizando o rendimento das cultivares e causando prejuízo ao produtor (GARCÍA et al., 2012). Sendo assim, dada a importância da água para o melhor desenvolvimento das culturas torna-se imprescindíveis estudos que compreendam as respostas fisiológicas das plantas em função da variação de disponibilidade hídrica (CHAVARRIA et al., 2015).

MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram conduzidos no Laboratório de Melhoramento Genético da Universidade Federal de Pelotas, localizado no município de Capão do Leão, Rio Grande do Sul.

Foram utilizadas sementes de dois híbridos de milho (BM 709 e um híbrido comercial 159-cat S2), uma comercial comprada no Sindicato dos Trabalhadores Rurais e outra mantida no laboratório de Melhoramento Genético da Universidade Federal de Pelotas. Um Quilograma de sementes de cada um foi submetido a um processo de seleção negativa a fim de padronizar o lote em uma faixa de peso de 0.25 a 0.28 g.

O teste de germinação foi conduzido com quatro repetições de 25 sementes (total 100) por tratamento. As sementes foram semeadas em substrato de papel filtro tipo Germitest previamente umedecido com volume de água destilada e esterilizada, correspondente a 2,5 vezes o peso do papel, e colocadas no germinador à temperatura 25 °C, conforme as regras de análise de sementes (BRASIL, 2009).

As soluções que simulam os diferentes potenciais osmóticos (tratamentos) foram preparadas pela adição de Polietileno Glicerol 6000 em um litro para obter o potencial osmótico desejado: 0, -0.2, -0.4, -0.6, 0.8 e -1.0 MPa (AMARAL et al., 1991): $\psi_{os} = -CiRT$, onde: ψ_{os} = potencial osmótico, R = constante dos gases (0.0831 kg•bar mol⁻¹K⁻¹) e T = temperatura absoluta (K), para este caso K = 298.15° Kelvin equivalente a 25°C.

Irrigações diárias foram realizadas umedecendo o papel por meio de um aspersor manual com as soluções que simulariam os diferentes potenciais do solo. A avaliação do comprimento de plântula foi conduzida juntamente com o teste de germinação. Após o período de 14 dias no germinador, 10 plântulas normais de cada rolo foram mesuradas com uma régua (0,1mm) e pesadas em uma balança marca Marte (0,001g), para determinar massa fresca e seca.

O desenho experimental foi delineamento inteiramente casualizado bifatorial 2x6 com 4 repetições, onde os fatores foram: A) 2 cultivares híbrida de milho e, B) 6 potenciais osmóticos (0 (controle), -0.2, -0.4, -0.6, -0.8 y -1.0 MPa). O teste estatístico foi baseado nas variáveis resposta a) porcentagem de germinação, b) comprimento de plântula, c) comprimento de raiz, d) peso fresco e e) peso seco. Um teste ANOVA foi feito para determinar a melhor cultivar resistente a estresse hídrico.

RESULTADOS

A Tabela 1 mostra a análise de variância e de regressão para as características avaliadas. Quase todas as características, com exceção da massa fresca da parte aérea, apresentaram efeitos significativos para o fator potencial osmótico, enquanto para as variedades não se encontraram diferenças significativas para nenhuma das características analisadas. A interação variedade x potencial osmótico foi significativa para as características porcentagem de germinação, massa fresca e seca de radícula y comprimento do peso seco da parte aérea. Todas as equações de regressão apresentaram um alto ajuste ($R^2 > 97,00\%$), exceto a relação altura de plântula/comprimento da radícula que teve um valor de 64,64% e a relação peso da haste/peso de a radícula com 83,94%.

As análises de variância para comprimento de plântula e da radícula (Tabela 1) mostram diferenças significativas para os efeitos simples frente ao potencial osmótico, entretanto, não apresentaram diferenças significativas entre as variedades e apenas a interação foi encontrada para o comprimento da parte aérea. Ao analisar a interação do potencial osmótico por variedade, as alturas da parte aérea -0,4; -0,6; -0,8 e -1,0 (Figura 1) mostraram uma tendência a diminuir em ambas as variedades, sendo esta tendência mais marcada na variedade comercial 159-cat S2, contra o híbrido testado no laboratório de Genôma e Melhoria da UFPEL (BM 709).

Tabela 1- Análise de Variância e regressão para longitude, massa fresca e seca de raiz e parte aérea altura das mudas sob diferentes condições de estresse hídrico em dois variedades híbridas de milho (V1: Milho doce 159-cat S2 e V2: BM 709).

Table 1- Analysis of Variance and regression for longitude, fresh and dry root mass and aerial part height of seedlings under different water stress conditions in two hybrid varieties of corn (V1: Sweet corn 159-cat S2 and V2: BM 709).

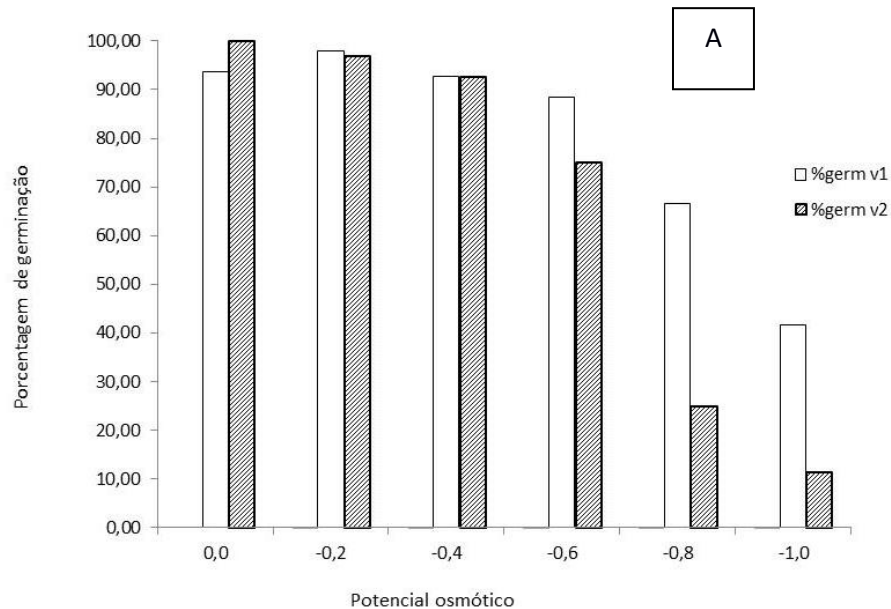
Quadrados médios / F calculado							
FV	GL	MFR	MSR	LR	MFPA	MSPA	LPA
VAR	1	0,003/1,580 _{ns}	0,002/1,586 _{ns}	1,541/0,236 _{ns}	0,002/0,008 _{ns}	0,002/0,743 _{ns}	7,841/2,770 _{ns}
P.O.	5	0,053/25,526*	0,037/25,531*	188,956/28,982*	0,045/0,154 _{ns}	0,031/13,675*	95,507/33,745*
(VAR X P.O.)	5	0,009/4,337*	0,006/4,345*	10,154/1,557 _{ns}	0,004/0,015 _{ns}	0,003/1,319 _{ns}	8,433/2,979*
TRAT	11	0,0287/13,718*	0,020/13,724*	90,645/13,903*	0,023/0,077 _{ns}	0,016/6,883*	47,958/16,945*
RES	36	0,002	0,002	6,520	0,294	0,002	2,830
R ²		0,86*	0,91*	0,87*	0,81*	0,77*	0,80*
V1 vs P.O.							
R ²		0,68 _{ns}	0,65 _{ns}	0,88*	0,89*	0,90*	0,84*
V2 vs P.O.							

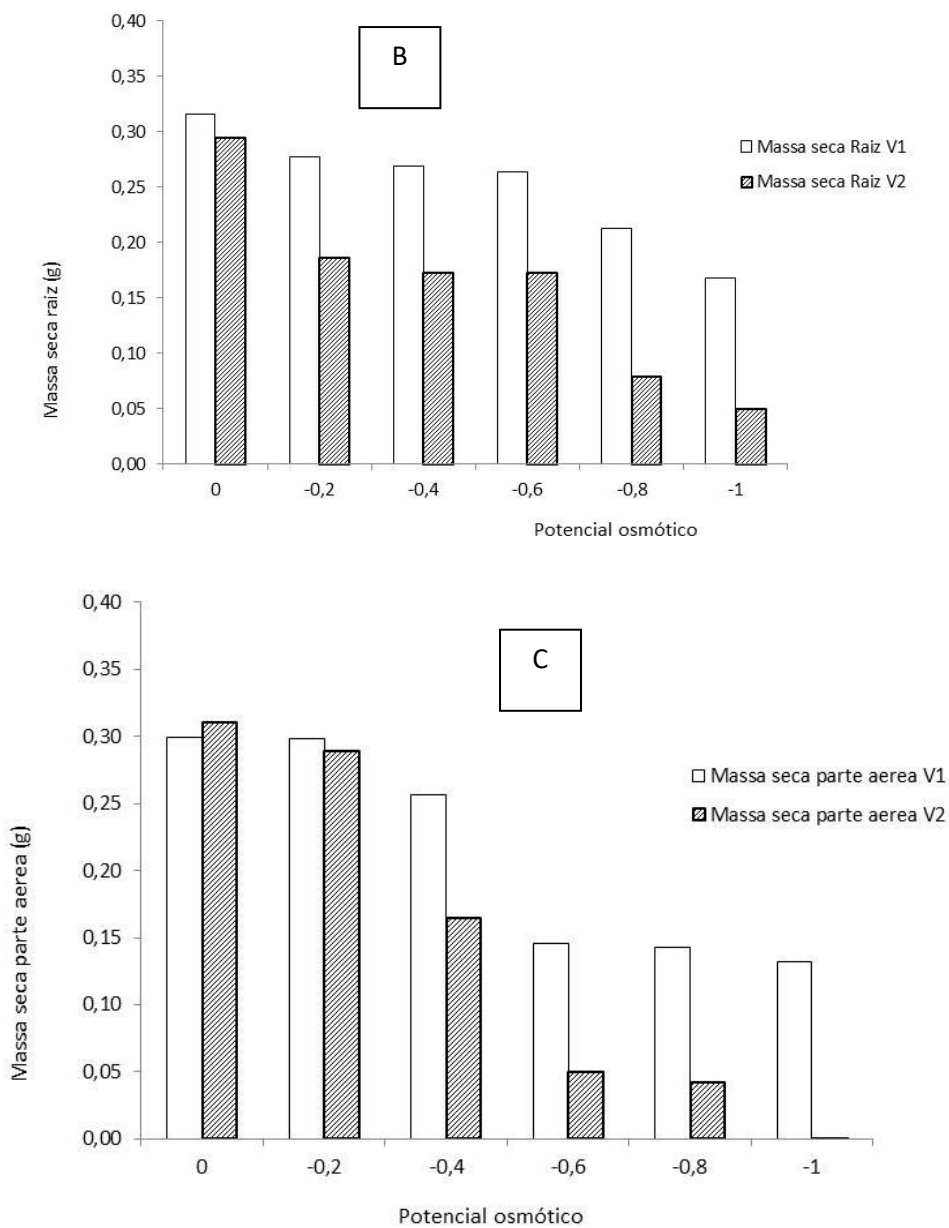
GL: Graus de liberdade; *: significativo ($p \leq 0,05$); ns: No Significativo ($p > 0,05$)

A análise de variância para a massa fresca da radícula mostrou diferenças significativas para os efeitos simples do potencial osmótico e para a interação não sendo o caso para as estimativas em massa fresca da parte aérea.

Com relação à análise de variância para a massa seca, reflete significância estatística apenas para os efeitos individuais do potencial osmótico em ambas as variedades.

Como se observa na figura 1A, o ensaio avaliado relata abaixo, a porcentagem da germinação, massa seca da raiz e talho pelos tratamentos - 0,8 e -1.0 de potencial osmótico na variedade (v2). A longitude da parte aérea e raiz, ficaram pequenos também pelos tratamentos aplicados -0,8 e -1. Mostrando desta maneira, a influência dos tratamentos sob os comprimentos das sementes de milho na variedade híbrida BM 709.





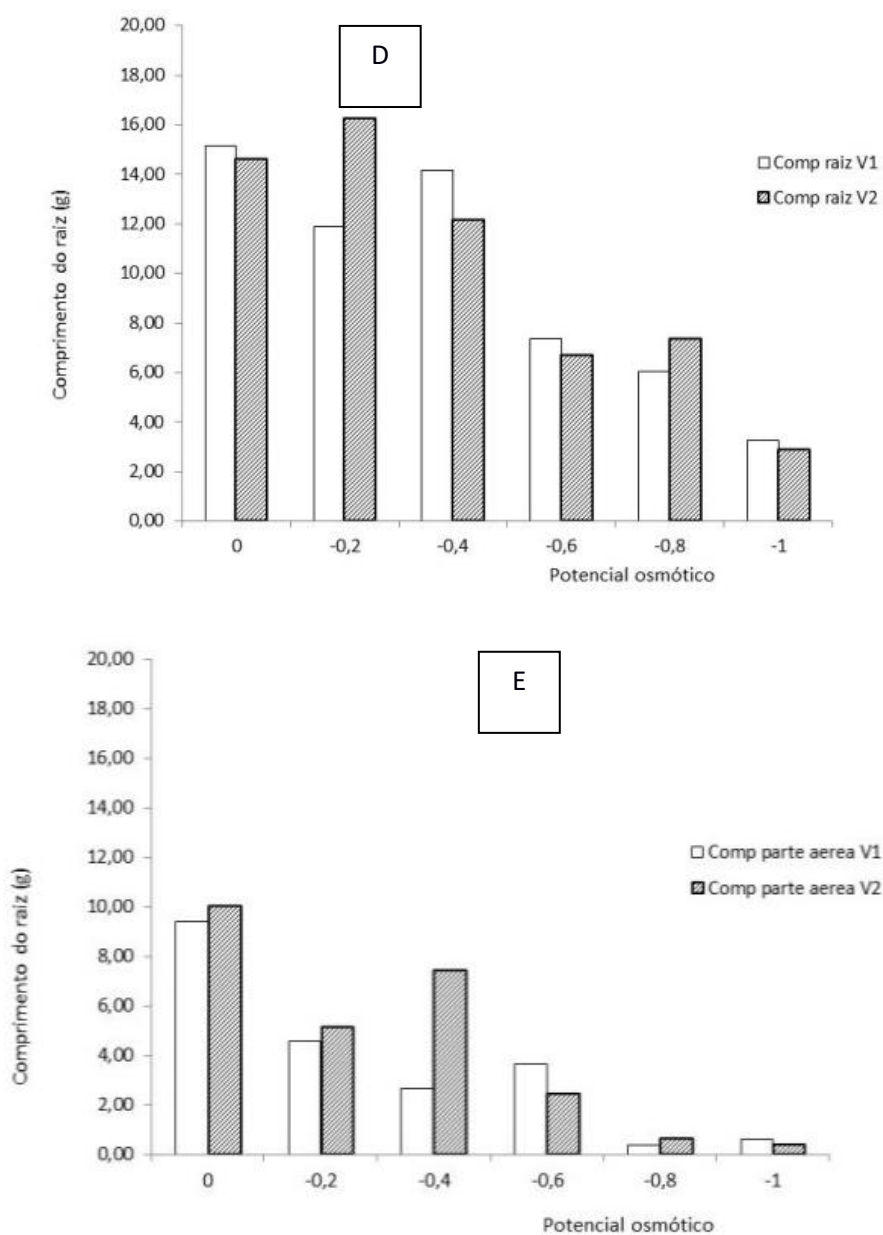


Figura 1- Comparação para a porcentagem de germinação das sementes (1.A), massa seca da parte aérea e raiz (g) (1.B, C), Comprimento da parte aérea e raiz (1.D, E).

Figure 1- Comparison for the percentage of germination of the seeds (1.A), dry mass of the aerial part and root (g) (1.B, C), Length of the aerial part and root (1.D, E).

DISCUSSÃO

Em geral, ao aumentar os potenciais osmóticos, geraram uma diminuição nos valores em todas as variáveis estudadas. A análise de regressão indicou que a

germinação em ambas as variedades híbridas foi mais deprimida à medida que o potencial diminuiu para -1,0 MPa, embora a variedade comercial tenha apresentado menor capacidade de resposta aos potenciais hídricos negativos.

BM 709 é um híbrido de ótima estabilidade ao longo dos anos, com excelente potencial produtivo de grãos. Na versão VT PRO2 confere tolerância a *Spodoptera* e resistência ao herbicida à base de glifosato. Além de possuir também uma tolerância aos insetos da ordem lepidóptera (EMBRAPA, 2017).

O Milho doce 159-cat S2, é uma variedade de milho doce limitado pela deficiência hídrica, principalmente sob lâminas inferiores a 80% da ETc. O diâmetro de colmo e a massa seca do colmo são variáveis indicadas para o estudo do estresse hídrico em milho doce, por serem mais sensíveis ao estresse. As trocas gasosas são reduzidas pela limitação em água, sendo lâminas acima de 80% da ETc mais adequadas à irrigação com base nos dados brutos (BRITO et al., 2013). A condutância estomática é a variável fisiológica mais sensível ao estresse. A lâmina de 80% da ETc pode ser aplicada na cultura do milho na fase vegetativa, pois não há comprometimento na definição do número de grãos por fileiras e de fileiras por espiga (PARENTONI et al., 1990).

Resultados semelhantes foram relatados por MENDEZ et al., (2010), em que eles mencionam que, a diminuição nos potenciais de água causou um atraso na germinação e inibiu progressivamente a germinação, devido à menor disponibilidade de água livre necessária para a iniciação dos processos de embebição e ativação metabólica.

Este padrão de resultados pode ser atribuído à ausência de energia para iniciar o processo de germinação, uma vez que, a energia foi obtida por aumentos na via aérea após a embebição e porque as sementes estão em baixos níveis de contribuição do organismo (MAYER e POLJAKOFF, 1989, MENDEZ et al., 2010).

O crescimento de uma cultivar em condições de estresse pode responder diferentemente de acordo com a idade da planta, como observado na potencial interação osmótica x cultivar para o caráter de altura, onde nos oito dias após a semeadura ambas as variedades em solução controle (água destilada) germinaram em percentuais semelhantes e obtiveram ganho de tamanho e peso equivalentes

entre si, mas ao avançar já em potenciais superiores a $-0,4$ MPa, o crescimento tende a ser anulado apenas em uma das variáveis, ou seja, as maiores plântulas corresponderam ao híbrido V2 Milho doce 159-cat S2 (LAYNEZ-GARSABALL et al., 2007).

Por outro lado, a massa seca foi mais afetada tanto na radícula quanto na parte aérea pelo efeito do potencial osmótico, cujas diminuições produziram massas variáveis entre cada potencial, o que permite inferir que o ganho de tamanho foi devido apenas a um aumento na absorção de água (LAYNEZ-GARSABALL et al., 2007; MENDEZ et al., 2010).

Os resultados relatados por SAIDI et al. (2010), mostraram que a massa seca da parte aérea foi significativamente maior nas parcelas na capacidade de campo e menor naquelas com menor teor de umidade restrita, também encontrou uma redução no crescimento de as raízes reduziram os potenciais hídricos e indicaram que isso poderia ter sido causado pela limitação de carboidratos, diminuição da distensão da parede e diminuição da condutividade hidráulica dos tecidos.

Os resultados relatados por SHIRALIPOUR e WEST (1989), indicaram que o estresse hídrico no milho criado com uma solução $0,2$ M de manitol (potencial osmótico de $-0,49$ MPa) durante cinco dias reduziu a massa fresca e seca da haste em 58 e 40%, respectivamente, e NEDJAD et al. (2010), encontraram uma diminuição da massa das raízes na cultura do milho com decréscimos no teor de umidade do solo (100, 75, 50 e 25% da capacidade de campo).

Além disso, os resultados relatados por KAPPES et al. (2010), apresentaram a germinação e o crescimento de plântulas de híbridos de milho XB 6010, XB 6012, XB 9003 e AG 9010 submetidas a condições de estresse hídrico, utilizando cinco níveis de potenciais osmóticos, encontrando uma diminuição no vigor das sementes e plântulas de todos os híbridos como o potencial osmótico diminuiu, sugerindo que a redução foi causada pelo déficit hídrico, causando a perda progressiva do turgor protoplasmático e um aumento na concentração de solutos, gerando um distúrbio da função celular e, portanto, do sistema de biomembranas.

Além disso, MENDEZ et al. (2010), sugerem que a redução no comprimento da planta é devido a mudanças no turgor celular, devido a uma redução na síntese de

proteínas sob condições de estresse hídrico e uma redução na biomassa fresca da muda em função da restrição hídrica, quando comparada ao controle, pode ser atribuída a uma menor velocidade dos processos fisiológicos e bioquímicos ou devido à dificuldade de hidrólise e mobilização das reservas das sementes.

CONCLUSÕES

Apesar de que, ambos híbridos analisados BM 709 e Milho doce 159-cat S2 apresentaram comportamentos similares sob as condições de estresse hídrico, não mostram relação significativa entre elas, no entanto, o milho BM 709 mostrou graficamente um melhor desempenho germinativo e aparente adaptabilidade a secas.

Os tratamentos aplicados -0,8 e -1,0 Mpa no ensaio estão influenciando no desenvolvimento da parte aérea e raiz.

Houve superioridade no crescimento no híbrido V2, embora esta tenha sido perdida pela diminuição do potencial osmótico, sugerindo que o uso de estas sementes pode representar uma vantagem em solos mais salinos.

Embora, os híbridos mostraram independência entre si, podou-se observar como os potenciais hídricos encontra-se interagindo significativamente no comportamento de ambos grupos de sementes testados.

REFERÊNCIAS

AMARAL, F; DONI, LE; LECLERC, E. Tabela de potencial osmótico em função da concentração de Polietileno Glicol 6000 e da temperatura. **Pesq. Agropec. Bras.**, V. 26, n.11/12, p.1957-1968, 1991.

BIOMETRIX. Modernidade no campo e produtividade na colheita. [s.l: s.n.].

BRITO, MEB, FILHO, G, WANDERLEY, J, MELO, A., COSTA, F e FERREIRA, M. Crescimento, fisiologia e produção do milho doce sob estresse hídrico. **Bioscience Journal**, v. 29, n. 5, p. 1243-1253, 2013.

CHAVARRIA, G; DURIGON, M.R; KLEIN, V.A; KLEBER, H. Restrição fotossintética de plantas de soja sob variação de disponibilidade hídrica. **Ciência Rural, Santa Maria-RS**, v. 45, n. 8, p. 1387-1393, 2015.

DIAS, N.S; BLANCO, F.F. Efeitos dos sais no solo e na planta. In: GHEYI, H.R; DIAS, N.S; LACERDA, C.F. **Manejo da salinidade na agricultura: estudos básicos e aplicados**. Fortaleza: Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia em Salinidade, cap. 9, p. 127-141, 2010.

EMBRAPA. Indicações Técnicas para o Cultivo de Milho e de Sorgo no Rio Grande do Sul Safras 2017/2018 e 2018/2019. 1. ed. Brasília: Embrapa, 2017.

FORNASIERI-FILHO, D. Manual da cultura do milho. **1. ed. Jaboticabal: FUNEP**, 576 p, 2007.

GARCIA, S.H; ROZZETO, D.S; COIMBRA, J.L.M; GUIDOLIN, A.F. Simulação de estresse hídrico em feijão pela diminuição do potencial osmótico. **Revista de Ciências Agroveterinárias, Lages-MG**, v. 11, n.1, p. 35-41, 2012.

CARDELLINO G e BAETHGEN WE. Análisis de viabilidad de sistemas de riego para maíz: Estudio de casos y evaluación de estrategias. En: Tecnología de producción de cultivos y pasturas. Montevideo: INIA. Actividades de Difusión, 227, p. 47-55, 2000.

GIMENEZ, L. Producción de maíz con estrés hídrico provocado en diferentes etapas de desarrollo. *Agrociencia Uruguay*, Montevideo, v. 16, n. 2, p. 92-102, 2012.

GONÇALVES, I.V.C; FREIRE, B.G.S; SOUZA, E.R; FREIRE, F.J. Alterações químicas de um neossolo flúvico irrigado com águas salinas. **Revista Ciência Agronômica, Fortaleza**, v.42, n.3, p. 589-596, 2011.

KAPPES, C, ANDRADE, J; HAGA, k; FERREIRA, J. e ARF, E. Germinação, vigor de sementes e crescimento de plântulas de milho sob condições de déficit hídrico. **Scientia Agraria** v.11, n.2, p. 125-134, 2010.

LAYNEZ-GARSABALL, J; MÉNDEZ-NATERA, J; MAYZ-FIGUEROA, J. Influencia del tamaño de la semilla de maíz (*Zea mays* L.) en el crecimiento de la plántula en condiciones de salinidad, **IDESIA**, v.25, n.2, p. 23-35, 2007.

MARTÍNEZ, L.E. Efecto de la temperatura y del contenido de agua del suelo en la germinación y crecimiento inicial en dos cultivares de maíz (*Zea mays* L.) con diferentes contenidos de humedad inicial en las semillas. **Trabajo de Grado Magister Scientiarum en agricultura Tropical Mención Producción Vegetal**. Postgrado en Agricultura Tropical. Universidad de Oriente, Núcleo de Monagas. Venezuela. 86 p, 1999.

MAYER, A.M. e POLJAKOFF, A. The germination of seeds. 4. ed. Pergamon Press. Oxford, United Kingdom, 1989.

MENDEZ, J; YBARRA, F; MERAZO, J. Germinación y Desarrollo de Plántulas de Tres Híbridos de Maíz bajo Soluciones Osmóticas. IV. Manitol. **Revista Tecnológica ESPOL – RTE**, v.23, n.1, p. 41-47, 2010.

NEJAD, T.S, BAKHSHANDE, A, NASAB, B. E PAYANDE, K. Effect of drought stress on corn root growth. **Report and Opinion** v.2, n.2, p. 47-52, 2010.

PARENTONI, GAMA, E. MAGNAVACA, R. REIFSCHNEIDER, F e BOAS, G. Milho Doce. **Inf.Agropec., Belo Horizonte**, v. 14, n. 165, p. 17–22, 1990.

PESSOA-NETO, J.A; LIMA. J.F; MIELEZRSKI, F; REIS, S.S; VERAS, M. Qualidade fisiológica de sementes de milho sob condições de estresse salino. **Cultura Agronômica, Ilha Solteira**, v.25, n.4, p. 401-408, 2016.

PIERRI, I; SILVA, C; CHIODELLI, E; BRESOLIN, F; CASTANHO, M; SOLIGO, S; CAMILLO, M. Efeito de diferentes densidades na produtividade de grãos de milho (*Zea mays* L.) em espaçamento reduzido. **RAMVI, Getúlio Vargas**, v. 01, n. 01, p. 1-20. 2014.

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

SAWCHIK J e FORMOSO F. Inserción del riego en rotaciones de cultivos y pasturas. En: Tecnología de producción de cultivos y pasturas. Montevideo : INIA. Actividades de Difusión, 227, p.13-25, 2000.

SHIRALIPOUR, A E WEST, S. Inhibition of specific protein synthesis in maize seedlings during water stress. **Proceedings Soil and Crop Science Society of Florida** v.43, p. 102-106, 1989.