

Influência do estresse hídrico no desenvolvimento inicial de sementes de milho pipoca

Aliny Carolina Moreira Vargas^{1*}; Cornélio Primieri¹; Norma Schlickmann Lazaretti¹

¹ Centro Universitário Assis Gurgacz, Colegiado de Agronomia, Cascavel, Paraná.

^{1*}alinykarol@outlook.com

Resumo: O presente trabalho teve como objetivo avaliar em condições de laboratório o desenvolvimento inicial de sementes de milho pipoca, submetidas a condições de estresse hídrico. O experimento foi conduzido no laboratório de sementes do Centro Universitário Assis Gurgacz, Cascavel – PR, no ano de 2019. O delineamento experimental utilizado foi o experimento em blocos com repetições, arranjos no esquema fatorial 5x 2, sendo cinco tratamentos incluindo a testemunha, duas cultivares de milho pipoca e quatro repetições. Os tratamentos foram distribuídos da seguinte forma: T1 - 30% da capacidade de campo; T2 - 45% da capacidade de campo; T3 - testemunha -60% da capacidade de campo; T4 - 75% da capacidade de campo; T5 - 90% da capacidade de campo. Utilizou-se duas variedades de sementes de milho pipoca, a comercial tipo Americana e uma variedade crioula. Os testes foram realizados em substrato de areia, seguindo a metodologia para Regra para Análise de Sementes. Os parâmetros avaliados foram: germinação, número de plântulas normais, número de sementes mortas, tamanho de parte aérea, comprimento de raiz, massa fresca e massa seca. Após coletados dos dados, os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas com o teste de Tukey a 5% de probabilidade, utilizando o programa Assistat. Conclui-se que houve diferença estatística em nível de 5% significância entre as cultivares C1 e C2 analisadas. Ambas as cultivares quando submetidas à capacidade de campo superior a 60% ocorreu à inibição total da germinação.

Palavras-chave: *Zea mays*; laboratório; comercial; crioula.

Influence of water stress on early seed popcorn development

Abstract: The present work had as objective to evaluate in laboratory conditions the initial development of seeds of popcorn corn, submitted to conditions of water stress. The experiment was carried out in the seeds laboratory of Assis Gurgacz University Center, Cascavel - PR, in the year 2019. The experimental design was the experiment in blocks with replicates, arranged in the factorial scheme 5x2, with five treatments including the control, two cultivars of popcorn corn and four replicates. The treatments were distributed as follows: T1 - 30% of field capacity; T2 - 45% of field capacity; T3 - control -60% field capacity; T4 - 75% of field capacity; T5 - 90% of field capacity. Two varieties of popcorn kernels were used, the American type commercial and a Creole variety. The tests were carried out on sand substrate, following the methodology for Seed Analysis Rule. The parameters evaluated were: germination, number of normal seedlings, number of dead seeds, shoot size, root length, fresh mass and dry mass. After collecting the data, the results were submitted to analysis of variance and the means were compared with the Tukey test at 5% probability using the Assistat program. It was concluded that there was statistical difference in level of 5% significance between cultivars C1 and C2 analyzed. Both cultivars when submitted to the field capacity superior to 60% occurred to the total inhibition of the germination.

Keywords: *Zea mays*; laboratory; commercial; Creole.

Introdução

O milho pipoca, assim como o milho comum, pertence à espécie *Zea mays*, cultura típica do continente americano, muito utilizado na alimentação humana e bastante apreciado no Brasil (DEL GIÚDICE *et al.*, 1998).

Quando comparado ao milho comum, o milho pipoca apresenta em geral grãos menores, de menor vigor, mais suscetíveis a pragas e a doenças, com um sistema radicular menos desenvolvido, sofrendo maior dano ao ataque de larvas de diabrótica e nematóides, o que torna a planta mais suscetível ao acamamento e a seca (GOODMAN e SMITH, 1987). No entanto, a capacidade de se expandir é a principal diferença entre os tipos de milho pipoca e milho comum (LARISH e BREWBAKER, 1999).

Segundo a Embrapa (2016), seu consumo vem aumentando a cada ano e a área plantada com este tipo de milho oscila, de ano para ano, em função da demanda de mercado futuro. Atualmente, o cultivo de milho pipoca por estar em expansão no Brasil é uma ótima alternativa para o produtor rural, pois se apresenta como forma de diversificação de culturas e garantia de melhor remuneração ao produtor (BRITO, 2017).

Mesmo com a possibilidade de um mercado crescente, ainda faltam informações técnicas específicas para o milho pipoca, isso se deve principalmente ao número limitado de cultivares nacionais, tornando os grãos importados, sobretudo dos Estados Unidos e Argentina os mais cultivados no País (FREITAS JÚNIOR *et al.*, 2009), levando os pequenos agricultores a fazerem uso de sementes crioulas (PACHECO *et al.*, 1998).

Trabalhos realizados por vários autores, como Cruz, Marcos Filho e Corrêa (2004), Freitas Júnior *et al.* (2009) e Oliveira (2015), comprovam que devido à falta de informações experimentais sobre práticas culturais para o milho-pipoca, faz com que os produtores muitas vezes utilizem inadequadamente as recomendadas para o milho comum, quanto ao tipo de solo, época de plantio, tratamentos culturais e à adubação.

De acordo com Vaz-De-Melo *et al.* (2012), previsões ambientais sinalizam o aumento do aquecimento global nas próximas décadas, acompanhado por maiores períodos de seca. A seleção e desenvolvimento de cultivares tolerantes a períodos de déficit hídrico e alta temperatura, bem como o desenvolvimento de tecnologias que auxiliem as plantas a tolerar períodos prolongados de estiagem, serão essenciais na manutenção da produção agrícola brasileira e mundial (DURÃES *et al.*, 2004).

Nunes (2002), afirma que dos diversos fatores ambientais capazes de influenciar o desenvolvimento inicial das sementes, a disponibilidade de água é um dos mais importantes, considerada assim uma das causas mais comuns da baixa emergência das plântulas no campo, pois diminui a porcentagem e a velocidade de germinação, predispondo a semente e a plântula a uma menor resistência a condições ambientais adversas, bem como ao ataque de patógenos.

Neste contexto, Grzybowski, Vieira e Panobianco (2015) em estudos realizados, mostram ser relevante o conhecimento do comportamento de diferentes genótipos de milho pipoca sob condições de estresse hídrico.

Conforme destacado anteriormente, a germinação é uma das fases mais críticas do ciclo de vida das plantas, sendo a absorção de água o fator responsável pelo início da mesma, a qual está envolvida direta e indiretamente nas demais etapas do metabolismo germinativo (MARCOS FILHO, 2005). Para cada espécie existe um valor de potencial hídrico no solo, abaixo do qual a germinação não ocorre (ADEGBUYI, COOPER e DON, 1981).

O melhoramento de milho pipoca vem sendo trabalhado por algumas instituições públicas e privadas, buscando uma futura tolerância e aclimação das culturas ao estresse hídrico, os quais abririam a possibilidade de utilização de tratamento de sementes ou por meio de outros métodos com consequente, vantagens em relação a outras sementes que são sensíveis à seca (COLMAN *et al.*, 2014).

Diante disso, o presente trabalho teve como objetivo avaliar em condições de laboratório o desenvolvimento inicial de sementes de milho pipoca, submetidas a condições de estresse hídrico.

Material e Métodos

O experimento foi realizado no Laboratório de Análise de Sementes, localizado no Centro Universitário Assis Gurgacz, em Cascavel-PR, nos meses de Março a Abril de 2019.

O delineamento experimental utilizado foi o experimento em blocos com repetições, arranjos no esquema fatorial 5 x 2 (diferentes quantidades de água x cultivar de milho), com 4 repetições. Os tratamentos foram distribuídos da seguinte forma: T1 – 30% da capacidade de campo; T2 – 45% capacidade de campo; T3 – Testemunha - 60% da capacidade de campo; T4 – 75% da capacidade de campo; T5 – 90% da capacidade de campo.

Utilizaram-se duas variedades de sementes de milho pipoca, a comercial tipo Americana, suas sementes se apresentam na cor pérola amarelo alaranjado, possui ciclo vegetal de 120 dias e germinação mínima de 65%, conforme informações da detentora da semente e uma variedade crioula, na cor preta e com ciclo vegetal de 110 - 120 dias, conforme informação do produtor rural.

Os testes foram realizados em substrato de areia, com grãos relativamente uniformes e livres de qualquer contaminação para evitar que atrapalhe a germinação da semente. O cálculo da quantidade de água adicionada foi determinado através do teste de retenção para verificar a capacidade de campo e efetuado conforme descrição no capítulo cinco, item 5.6.4 da Regra para Análise de Sementes (BRASIL, 2009).

Pesou-se 500 g de areia seca que foi colocada em um filtro de papel, tipo coador de café comercial, em seguida, adicionado 200 mL de água. Decorridos 15 min, todo o excesso de água foi drenado, este volume determinado então possibilitou o cálculo, por diferença, da quantidade de água que ficou retida na areia (100%). Desta quantidade, pode ser calculada, em função da espécie a ser semeada 60% para as leguminosas.

Foram semeadas 10 sementes por Becker com capacidade de 600 mL, enterradas a três cm. Após a distribuição das sementes, os Beckers foram identificados, dispostos e mantidos na B.O.D a $25 \pm 1^\circ\text{C}$, onde permaneceram por sete dias.

Os parâmetros avaliados foram: germinação, número de plântulas normais, número de sementes mortas, comprimento de parte aérea (cm), comprimento de raiz (cm) para estas variáveis foram escolhidas cinco plântulas normais aleatoriamente de cada repetição e medidas com o auxílio de régua graduada em centímetros, os resultados foram expressos em cm plântula⁻¹ (NAKAGAWA, 1999).

Para a obtenção da massa seca as análises foram realizadas após as avaliações de comprimento. As plântulas normais foram colocadas em sacos de papel devidamente identificados e levados para secar em estufa com circulação forçada de ar, regulada à temperatura de 70°C , por um período de 24 horas. Em seguida, após as plântulas estarem frias foi realizada a pesagem do material em balança analítica com quatro casas decimais, obtendo-se então, a biomassa seca.

Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e as médias comparadas com o teste de Tukey a 5% de significância, utilizando o programa ASSISTAT (SILVA e AZEVEDO, 2016).

Resultados e Discussão

O resultado do experimento referente à porcentagem de germinação está representado na Tabela 1, onde se verificam diferenças estatísticas em níveis de 5% significância, entre os tratamentos testados para a C1 e C2.

Tabela 1. Médias da porcentagem de germinação de sementes de milho pipoca submetidas a estresse hídrico.

Tratamentos	Germinação (%)	
	C1(Comercial)	C2 (Crioula)
T1	45,00 aB	95,00 aA
T2	52,50 aB	95,00 aA
T3	52,50 aB	97,50 aA
T4	0,00 bA	0,00 bA
T5	0,00 bA	0,00 bA

Fonte: O autor (2019).

As médias seguidas pela mesma letra minúscula não diferem estatisticamente entre si na mesma coluna.

As médias seguidas pela mesma letra maiúscula não diferem estatisticamente entre si na mesma linha.

Para análise de germinação, observa-se na Tabela 1 quando avaliado dentro da coluna C1 (comercial), os tratamentos T1, T2 e T3 apresentaram resultados estatisticamente iguais em níveis de 5% significância e superiores aos tratamentos T4 e T5. Da mesma forma para a C2, para variável germinação.

Quando comparadas as duas cultivares na Tabela 1, verifica-se que a C1 apresentou resultados iguais a níveis de 5% significância para os tratamentos T4 e T5, diferindo dos tratamentos T1, T2 e T3 da C2. Corroboram com esses resultados os obtidos por Forti, Cicero e Pinto (2009), onde se observou diminuição das médias na germinação das sementes de feijão quando a capacidade hídrica é superior ou inferior a ideal de campo.

De acordo com Costa, Pinho e Parry (2008), ocorre à entrada de água rapidamente e em grande quantidade no interior da semente, devido à diferença de potencial hídrico entre a mesma e o meio, induzindo o metabolismo fermentativo e ocasionando dano por embebição. O que pode justificar a morte das sementes nos tratamentos T4 e T5.

Verificam-se diferenças estatísticas em níveis de 5% nas variáveis plântulas normais, sementes mortas, comprimento da parte aérea e comprimento radicular, entre os tratamentos testados para a C1 (cultivar comercial). E para a C2 (cultivar crioula) não houve diferenças estatísticas em níveis de 5% apenas na variável sementes mortas (conforme tabela 2 e 3).

Tabela 2. Variáveis plântulas normais (un) e sementes mortas (un) de sementes de milho pipoca submetidas a estresse hídrico.

Tratamentos	Plântulas normais (un)		Sementes Mortas (un)	
	C1(Comercial)	C2 (Crioula)	C1(Comercial)	C2 (Crioula)
T1	5,25 aB	9,50 aA	4,75 aA	0,50 aB
T2	6,25 aB	9,25 aA	3,75 aA	0,75 aB
T3	6,75 aB	9,50 aA	3,25 aA	0,50 aB
T4	0,00 bA	0,00 bA	0,00 bA	0,00 aA
T5	0,00 bA	0,00 bA	0,00 bA	0,00 aA

Fonte: O autor (2019).

As médias seguidas pela mesma letra minúscula não diferem estatisticamente entre si na mesma coluna.

As médias seguidas pela mesma letra maiúscula não diferem estatisticamente entre si na mesma linha.

Conforme se observa na Tabela 2, as variáveis de plântulas normais quando avaliado dentro da coluna (entre os tratamentos testados) na C1, verifica-se que T1, T2 e T3 apresentavam resultados estatisticamente iguais em níveis de 5% significância, sendo superiores aos tratamentos T4 e T5, que se apresentaram estatisticamente iguais em níveis de 5% entre eles.

Ainda de acordo com a Tabela 2, quando compararmos uma cultivar com a outra, verifica-se que na variável plântulas normais a C2 (crioula) apresentou resultados estaticamente iguais entre os tratamentos T1, T2 e T3, porém, sendo superiores estatisticamente aos tratamentos T4 e T5, que se apresentaram iguais entre si.

Quanto as sementes mortas, na Tabela 2, a C1 (cultivar comercial) apresentou resultados estatisticamente semelhantes para variável de sementes mortas, nos tratamentos T1, T2 e T3, que foram estaticamente iguais entre si em níveis de 5% significância, mas diferentes de T4 e T5.

Constata-se na Tabela 2, para variável plântulas normais, em ambas as cultivares nos tratamentos T4 e T5, a germinação foi totalmente inibida quando as sementes foram submetidas à capacidade de campo superior a 60%, indicando o efeito negativo do estresse hídrico sobre o desenvolvimento inicial das plântulas de milho pipoca avaliadas.

Como exemplos semelhantes podem ser citados os dados obtidos para milho pipoca (MOTERLE *et al.*,2006), feijão (CUSTÓDIO , SALOMÃO e MACHADO NETO, 2009), sorgo

forrageiro (OLIVEIRA e GOMES FILHO, 2009), bem como no crambe (MASETTO *et al.*, 2011). Dessa forma, sementes de espécies resistentes ao estresse hídrico possuem a vantagem ecológica de estabelecer plântulas em áreas onde sementes sensíveis não podem fazê-lo (BEWLEY e BLACK, 1994).

Na Tabela 3, verificam-se diferenças estatística em níveis de 5% significância nas variáveis comprimento de parte aérea para as cultivares C1 e C2 entre os tratamentos testados e entre as cultivares. Da mesma forma na variável comprimento radicular.

Tabela 3. Variável comprimento da parte aérea (cm) e comprimento de raiz (cm) de sementes de milho pipoca submetidas a estresse hídrico.

Tratamentos	Comprimento parte aérea (cm)		Comprimento radicular (cm)	
	C1 (Comercial)	C2 (Crioula)	C1 (Comercial)	C2 (Crioula)
T1	8,43 bB	12,17 aA	10,91 aB	14,43 aA
T2	10,31 aB	11,66 aA	9,29 aB	13,81 aA
T3	10,10 aB	12,11 aA	9,20 aA	8,19 bA
T4	0,00 cA	0,00 bA	0,00 bA	0,00 cA
T5	0,00 cA	0,00 bA	0,00 bA	0,00 cA

Fonte: O autor (2019).

As médias seguidas pela mesma letra minúscula não diferem estatisticamente entre si na mesma coluna.

As médias seguidas pela mesma letra maiúscula não diferem estatisticamente entre si na mesma linha.

De acordo com a Tabela 3, a C1 (cultivar comercial) comprimento da parte aérea, o tratamento T2 e T3 obtiveram resultados estatisticamente iguais em níveis de 5% significância, seguido do T1- 30% da capacidade de campo. Por outro lado os tratamentos T4 e T5, quando as duas cultivares (comercial e crioula), se revelaram suscetíveis ao estresse hídrico acima da capacidade de campo ideal. Observa-se ainda na tabela 3 que a C2 obteve resultados semelhantes em níveis de 5% de significância nos tratamentos T1, T2 e T3.

Nota-se que ao comparar as médias das duas cultivares, para variável comprimento de parte aérea, a C2 (variedade crioula) obteve melhor desempenho nos tratamentos T1, T2 e T3, mostrando-se mais resistente ao estresse sofrido.

Para a variável comprimento radicular, Tabela 3, na C1 os tratamentos T1, T2 e T3, foram estatisticamente iguais em níveis de 5% significância, seguidos por T4 e T5 que apresentaram resultados semelhantes. Porém a C2, o tratamento T1 e T2 obtiveram melhores resultados estatisticamente, seguidos por T3.

Resultados encontrados por Ávila *et al.* (2007) ao analisar plantas de canola submetidas ao estresse hídrico, as raízes se desenvolvem mais, ao passo que, em plantas que se desenvolvem sob disponibilidade hídrica adequada, ocorre maior desenvolvimento da parte aérea, o que vem corroborar com o presente estudo.

Conforme demonstrado pela Tabela 4, as variáveis massa fresca (mg) e massa seca (mg) apresentam significativas diferenças para as amostras pelo teste de Tukey em nível de 5% para as cultivares C1 e C2.

Tabela 4. Resultados encontrados para variável Massa fresca e Massa seca de sementes de milho pipoca submetidas a estresse hídrico.

Tratamentos	Massa fresca		Massa seca	
	C1 (Comercial)	C2 (Crioula)	C1 (Comercial)	C2 (Crioula)
T1	1579,53 aB	2428,38 aA	352,66 aB	646,00 aA
T2	1925,30 aB	2230,25 abA	379,18 aA	247,73 bB
T3	1862,13 aA	2008,58 bA	228,10 bA	260,60 bA
T4	0,00 bA	0,00 cA	0,00 cA	0,00 cA
T5	0,00 bA	0,00 cA	0,00 cA	0,00 cA

Fonte: O autor (2019).

As médias seguidas pela mesma letra minúscula não diferem estatisticamente entre si na mesma coluna.

As médias seguidas pela mesma letra maiúscula não diferem estatisticamente entre si na mesma linha.

Verifica-se na Tabela 4, que os resultados obtidos de massa fresca das plântulas de milho pipoca quando comparada as médias da C1, os tratamentos T1, T2 e T3 apresentavam resultados estatisticamente iguais entre si em níveis de 5% de significância, diferindo de T4 e T5.

Costa, Pinho e Parry (2008), em pesquisa realizada com a produção de matéria seca de cultivares de milho, verificaram que as mesmas apresentam sensibilidade ao estresse hídrico, principalmente pelo excesso de água na sua fase inicial de desenvolvimento, o que vem corroborar com meu experimento.

Ao analisar a C2, em relação à massa fresca, pode-se observar que os resultados foram inversamente proporcionais, ou seja, conforme aumentou a capacidade de campo, diminuiu o valor de massa seca. Os tratamentos T1 e T2, apresentaram-se estatisticamente semelhantes a 5% significância, porém o T2 apresentou resultados aproximados de T3, não diferindo-os estatisticamente a 5% significância, seguidos por T4 e T5.

Os resultados analisados para massa seca, para C1 mostraram médias superiores para os tratamentos T1 e T2, que foram estatisticamente iguais entre si. Para o tratamento T3 – 60% da

capacidade de campo, que indicava ser a capacidade hídrica ideal, houve redução da massa seca, indicando que a C1 mostrou-se resistente ao estresse hídrico, se desenvolvendo melhor em capacidades menores que a ideal.

O mesmo resultado podemos conferir para a C2 (cultivar crioula), que apresentou resultados superiores no tratamento T1- 30% da capacidade de campo, seguida pelos tratamentos T2 e T3, que apresentaram resultados estatisticamente semelhantes a 5% significância.

Ainda de acordo com a Tabela 4, ao comparar as médias em relação à massa seca das plântulas, pode-se observar que houve semelhança estatística a 5% de significância pelo teste Tukey entre as duas cultivares nos tratamentos T3, T4 e T5.

Diferindo do meu experimento os encontrados por Bortolini *et al.* (2002) e Parry (2002), que relatam o acúmulo de massa seca das plântulas é um excelente parâmetro para indicar a intensidade de crescimento da planta e que diferenças nos níveis hídricos aplicados não exercem influência no desenvolvimento e estado nutricional das plantas

Atualmente, o milho pipoca no Estado do Paraná é plantado principalmente por pequenos produtores, porém a tendência é que haja uma expansão do cultivo em várias regiões. Desta forma a condução de trabalhos que simulem condições variáveis de disponibilidade de água no solo é de extrema importância uma vez que refletem as condições complexas observadas no campo, podendo assim indicar às condições mínimas e ótimas de potencial hídrico no solo para a germinação das sementes e melhor desempenho de plântulas.

Conclusão

Conclui-se que houve diferenças estatística em nível de 5% significância entre as duas cultivares analisadas quando submetidas ao estresse hídrico, nas variáveis: germinação, plântulas normais, sementes mortas, tamanho de parte aérea, comprimento radicular, massa fresca e massa seca, para as duas cultivares.

As duas cultivares de milho pipoca apresentaram efeito negativo quando submetidas à capacidade de campo superior a 60%, onde ocorreu à inibição total do desenvolvimento inicial das plântulas.

Referências

- ADEGBUYI, E.; COOPER, S.R.; DON, R. Osmotic priming of some herbage grass seed using polyethyleneglycol (PEG). **Seed Science and Technology**, Zürich, v.9, n.3, p.867-878, 1981.
- ÁVILA, M. R.; BRACCINI, A. L.; SCAPIM, C. A.; FAGLIARI, J. R.; SANTOS, J. L. Influência do estresse hídrico simulado com manitol na germinação de sementes e crescimento de plântulas de canola. **Revista Brasileira de Sementes**, vol. 29, nº 1, p.98-106, 2007.
- BEWLEY, J.D.; BLACK, M. **Seeds: physiology of development and germination**. 2 ed. New York: Plenum Press, 1994. 445p.
- BORTOLINI, C. G.; SILVA, P. R. F.; ARGENTA, G.; FORSTHOFER, E. L. Sistemas de aplicação de nitrogênio e seus efeitos sobre o acúmulo de N na planta de milho. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.26, p.373-380, 2002.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Secretaria de Defesa Agropecuária. – Brasília: Mapa/ACS, 399 p. 2009.
- BRITO, L. L. M. **Seletividade de herbicidas ao milho pipoca e eficiência no controle de plantas daninhas**. 2017. Tese (Mestrado em Produção Vegetal) - Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro. Campos dos Goytacazes – RJ.
- COLMAN, B. A.; NUNES, C. M.; MASSON, G. L.; BARBOSA, R. H.; NUNES, A. S. Indução de tolerância ao estresse hídrico na germinação de sementes de feijão-caupi. **Comunicata Scientiae**, v. 5, n. 4, p. 449-455, 2014.
- COSTA, J. R.; PINHO, J. L. N.; PARRY, M. M. Produção de matéria seca de cultivares de milho sob diferentes níveis de estresse hídrico. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 12, n. 5, p. 443-450, 2008.
- CRUZ, J. C.; PEREIRA FILHO, I. A.; CORRÊA, L. A. **Manejo Cultural do Milho-pipoca**. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Circular Técnica nº 42 – EMBRAPA. Sete Lagoas, MG, 2004.
- CUSTÓDIO, C. C.; SALOMÃO, G. R.; MACHADO NETO, N. B. Estresse hídrico na germinação e vigor de sementes de feijão submetidas à diferentes soluções osmóticas. **Rev. Ciênc. Agron., Fortaleza**, v. 40, n. 4, p. 617-623, out-dez, 2009
- DEL GIÚDICE, M. P.; REIS, M. S.; SEDIYAMA, T.; MOSQUIM, P. R. Avaliação da qualidade fisiológica de sementes de soja submetidas ao condicionamento osmótico em diferentes temperaturas. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.20, n.2, p.245-262, 1998.
- DURÃES, F. O. M.; SANTOS, M. X.; GAMA, E. E. G.; MAGALHÃES, P. C.; ALBUQUERQUE, P. E. P.; GUIMARÃES, C. T. **Fenotipagem associada à tolerância a seca em milho para uso em melhoramento, estudos genômicos e seleção assistida por marcadores**. Sete Lagoas: Embrapa-CNPMS. 2004. 18p. (Circular Técnica 39).

EMBRAPA. Ageitec – **Agência Embrapa de Informação Tecnológica. Milho Pipoca.** 2016. Disponível em:
<http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/milho/arvore/CONT000fy9zxynl02wx5ok0pvo4k359f3bo9.html> Acesso em: 18/03/19.

FORTI, V.A.; CICERO, S.M.; PINTO, T.L.F. Efeitos de potenciais hídricos do substrato e teores de água das sementes na germinação de feijão. **Revista Brasileira de Sementes**, v.31, n.2, p.63-70, 2009.

FREITAS JUNIOR, S. P. F; AMARAL JUNIOR, A. T.; RANGEL, R. M.; VIANA, A. P.. **Genetic gains in popcorn by full-sib recurrent selection.** Crop Breeding and Applied Biotechnology, Londrina, 9(1): 1-7, 2009.

GOODNAM, M. M.; SMITH, J. S. C. Botânica In: Paterniani, E., Viegas, G.P. (eds.) **Melhoramento e produção de milho.** Campinas, Fundação Cargil, 1:41-78, 1987.

GRZYBOWSKI, C. R. C.; VIEIRA, R. D.; PANOBIANCO, M. Testes de estresse na avaliação do vigor de sementes de milho. **Revista Ciência Agronômica.** Fortaleza – CE; v. 46, n. 3, p. 590-596, jul-set, 2015.

LARISH, L. B.; BREWBAKER, J. L. **Diallel analyses of temperate and tropical popcorn.** Maydica, Bergamo, v. 44, 279-284, 1999.

MASETTO, T. E.; QUADROS, J. B.; RIBEIRO, D. M.; REZENDE, R. K. S.; SCSLON, S. P. Q. Potencial hídrico do substrato e teor de água das sementes na germinação do crambe. **Revista Brasileira de Sementes**, vol. 33, nº 3 p. 511 - 519, 2011.

MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas.** Piracicaba: FEALQ, 2005. 425 p.

MORTELE, L. M.; LOPES, P. C.; BRACCINI, A. L.; SCAPIM, C. A. Germinação de sementes e crescimento de plântulas de cultivares de milho pipoca submetidas ao estresse hídrico e salino. **Revista Brasileira de Sementes**, v.28, n.3, p.169-176, 2006.

NAKAGAWA, J. Teste de vigor baseado no desempenho das plântulas. In: KRZYZANOWSKI, F. C.; VIEIRA, R. D.; FRANÇA-NETO, J. B. (eds.). **Vigor de sementes: conceito e testes.** Londrina: ABRATES, cap. 2, p. 1-24, 1999.

NUNES, H. V. **Comportamento, adaptabilidade e estabilidade de cultivares de milho-pipoca em diferentes épocas de semeadura.** 2002. 46f. Dissertação (Tese de Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2002.

OLIVEIRA, A. **Milhos Especiais – cultivo do milho pipoca.** CPT – Centro de Produções Técnicas. Cursos. Agricultura. 2015. Disponível em:
<http://www.cpt.com.br/cursos-agricultura/artigos/milhos-especiais-cultivo-do-milho-pipoca>
 Acesso em: 12/03/19.

OLIVEIRA, A. B.; GOMES FILHO, E. Germinação e vigor de sementes de sorgo forrageiro sob estresse hídrico e salino. **Revista Brasileira de Sementes**. vol. 31. n°3. p.048-056, 2009.

PACHECO, C. A. P.; GAMA, E. E. G.; GUIMARÃES, P. E. O.; SANTOS, M. X.; FERREIRA, A. S. Estimativas de parâmetros genéticos nas populações CMS-42 e CMS-43 de milho pipoca. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 33, n.12, p.1995-2001, 1998.

PARRY, M. M. **Épocas de preparo de solo e adubações para culturas de subsistência sob cobertura morta**. Lavras: UFLA, 2002. 170p. Tese Doutorado

SILVA, F. A. S; AZEVEDO, C. A. V. the Assistat Software 7.7 and its use in the analysis of experimental data. **African Journal of Agricultural Research**, v. 11, n. 39, p. 3733-3740, 2016.

VAZ-DE-MELO, A.; SANTOS, L. D. T.; FINOTO, E. L.; DIAS, D. C. F. S.; ALVARENGA, E. M. Germinação e vigor de sementes de milho-pipoca submetidas ao estresse térmico e hídrico. **Biosci. J.**, Uberlândia – MG; v. 28, n. 5, p. 687-695, Sept./Oct. 2012.