

# GERMINAÇÃO, VIGOR E CRESCIMENTO DE PLÂNTULAS DE MILHO COM CLORETO DE SÓDIO

*Data de submissão: 01/03/2023*

*Data de aceite: 03/04/2023*

### **Stefany de Souza Xavier**

Universidade Federal Fluminense,  
Departamento de Engenharia Agrícola e  
Meio Ambiente, Niterói – RJ  
<http://lattes.cnpq.br/0828095632853283>

### **Fernanda Macedo de Araujo Azeredo**

Universidade Federal Fluminense,  
Departamento de Engenharia Agrícola e  
Meio Ambiente, Niterói – RJ  
<https://lattes.cnpq.br/0300640433221503>

### **Evelynn Teixeira Silva**

Universidade Federal Fluminense,  
Departamento de Engenharia Agrícola e  
Meio Ambiente, Niterói – RJ  
<https://lattes.cnpq.br/5080529490303145>

### **Gabrielle Vandam Simonetti de Oliveira**

Universidade Federal Fluminense,  
Departamento de Engenharia Agrícola e  
Meio Ambiente, Niterói – RJ  
<http://lattes.cnpq.br/9616633857305219>

### **Júlia Ramos de Oliveira**

Universidade Federal Fluminense,  
Departamento de Engenharia Agrícola e  
Meio Ambiente, Niterói – RJ  
<http://lattes.cnpq.br/2717417208779978>

### **Nicole Pereira de Souza Rocha**

Universidade Federal Fluminense,  
Departamento de Engenharia Agrícola e  
Meio Ambiente, Niterói – RJ  
<http://lattes.cnpq.br/1483211305250892>

### **Pedro Soares de Melo**

Universidade Federal Fluminense,  
Departamento de Engenharia Agrícola e  
Meio Ambiente, Niterói – RJ  
<https://lattes.cnpq.br/2719682726293697>

### **Rebecca de Andrade Klein Ricardo**

Universidade Federal Fluminense,  
Departamento de Engenharia Agrícola e  
Meio Ambiente, Niterói – RJ  
<http://lattes.cnpq.br/6624647050814841>

### **Daniel Moncada Pereira Marques**

Universidade Federal Fluminense,  
Departamento de Engenharia Agrícola e  
Meio Ambiente, Niterói – RJ  
<http://lattes.cnpq.br/0448252192825985>

### **Gabriela Martins Correa**

Universidade Federal Fluminense,  
Departamento de Engenharia Agrícola e  
Meio Ambiente, Niterói – RJ  
<http://lattes.cnpq.br/248243243618567>

**RESUMO:** O Brasil é um dos maiores produtores de milho (*Zea mays*) do mundo e além do seu grande valor econômico nacional, possui influência em diversas áreas em todo o planeta. Desta forma, é de extrema importância a realização de estudos para investigar diferentes formas de tratamento. Logo, o objetivo do trabalho o objetivo deste estudo foi analisar a germinação, vigor e parâmetros de crescimento de plântulas de milho quando cultivadas com duas gramas de cloreto de sódio (NaCl) por litro de água em papel Germitest®. Para isso, se utilizou o milho híbrido Pioneer® (Híbrido 30F53YHR) com dois tratamentos, controle (somente água) e água com duas gramas de cloreto de sódio (NaCl) por litro, para umedecer o papel Germitest®. Avaliou-se a porcentagem de germinação, índice de velocidade de germinação, volume da raiz, altura da parte aérea, diâmetro do colo, massa fresca e massa seca. Somente teve diferença estatística nos dados de massa seca.

**PALAVRAS-CHAVE:** Estresse abiótico; salinidade; *Zea mays*.

## GERMINATION, VIGOR AND GROWTH OF CORN SEEDLINGS WITH SODIUM CHLORIDE

**ABSTRACT:** Brazil is one of the largest producers of corn (*Zea mays*) in the world and, in addition to its great national economic value, it influences several areas across the planet. Thus, it is extremely important to carry out studies to investigate different forms of treatment. Therefore, the objective of this study was to analyze the germination, vigor, and growth parameters of corn seedlings when cultivated with two grams of sodium chloride (NaCl) per liter of water on Germitest® paper. In this regard, Pioneer® hybrid corn (Hybrid 30F53YHR) was used with two treatments, control (only water) and water with two grams of sodium chloride (NaCl) per liter, to moisten the Germitest® paper. The germination percentage, germination speed index, root volume, height of the aerial parts, collar diameter, fresh mass, and dry mass were evaluated. There was only a statistical difference in the dry mass data.

**KEYWORDS:** Abiotic stress; salinity; *Zea mays*.

## INTRODUÇÃO

O milho é caracterizado economicamente pelas várias formas de sua utilização (DUARTE et al., 2021). Os usos dos seus derivados estendem-se às indústrias química, farmacêutica, de papéis, têxtil, entre outras de aplicação ainda mais nobres e novos conceitos de qualidade do milho têm surgido com as novas demandas e os resultados de pesquisas (PAES, 2006). Segundo a CONAB (Companhia Nacional de Abastecimento), em 2022, houve, na sua primeira safra, uma certa estabilidade na produção em 24,9 milhões de toneladas, devido às condições climáticas desfavoráveis, principalmente, nos estados do Sul, a segunda safra foi marcada por uma retomada na produção em torno de 41,8%,

sendo estimada em 86,1 milhões de toneladas (CONAB, 2022).

Diante desse cenário, para melhor produção do milho, é importante a observação dos impactos que fatores abióticos impõem ao cultivo. Dessa forma, é necessário que sejam feitos estudos para que haja um melhor manejo dessa cultura, de modo que ocorra uma diminuição do possível impacto causado na produtividade do milho. Uma alternativa para os produtores é o cultivo de milhos híbridos, que podem apresentar resoluções diferenciadas a estes fatores e de acordo com os prospectos de aperfeiçoamento do milho, as empresas procuram produzir genótipos com maiores características adaptativas, sendo menos suscetíveis a fatores adversos (GALON et al., 2011).

Em suma, o milho híbrido é o resultado do cruzamento de duas linhagens puras e sua principal vantagem é a rentabilidade resultante da sua grande produtividade, já que é modificado para ser um produto de primeira linha (VIEIRA, 2020). Em relação aos tipos de híbridos, há o híbrido comum, o híbrido intervarietal, híbrido duplo e híbrido triplo. Assim, quase todo grão de milho é proveniente do cruzamento de duas plantas diferentes. Por conseguinte, a planta que se originar deste grão terá algumas características da “planta-mãe” e outras da “planta-pai”, porém não será exatamente idêntica a nenhum deles (MAGNAVACA et al., 1990).

Neste estudo, foi trabalhado o milho híbrido Pioneer® (Híbrido 30F53YHR), que segundo seus fabricantes, possui não só um elevado potencial de produção de maneira precoce, mas também conta com proteção contra alguns estresses bióticos (PIONEER, 2013), de maneira que a presença de um gene permite alta qualidade de grãos, adaptabilidade e estabilidade de produção (CORREIA, 2020). O produto entrega uma boa resposta ao manejo e boa tolerância a doenças como: ferrugem comum (*Puccinia sorghi*) e mancha de turcicum (*Exserohilum turcicum*), do mesmo modo, que atua de maneira eficaz com o estresse hídrico em comparação a outros híbridos, sendo excelente para silagem (PIONEER, 2023).

No Brasil, em determinadas regiões, a baixa disponibilidade de água é apontada como fator limitante para a produção (BARBOSA E SOUZA, 2015). Posto isso, buscam-se alternativas para serem utilizadas e a preocupação com a salinidade é apresentada, pois as altas concentrações de sal na produção de milho limitam o crescimento da produção da cultura, levando a mudanças na morfologia, estrutura e metabolismo das plantas superiores (DE VILLA et al., 2019)

Além disso, algumas plantas são capazes de desenvolver mecanismos que minimizem os efeitos nocivos do excesso de sal no solo e na água de irrigação (DA SILVA et al., 2016). Entretanto, sementes expostas a fatores estressantes, geralmente apresentam uma queda de 17,5% em valores médios de germinação (VIRTUOSO, 2018). O desempenho fisiológico varia com o tipo de semente e com as diferentes desordens enfrentadas de acordo com o estresse, o que vai afetar a produção de biomassa (VIRTUOSO, 2018). Assim, o objetivo deste estudo foi analisar a germinação, vigor e parâmetros de crescimento de plântulas de

milho quando cultivadas com duas gramas de cloreto de sódio (NaCl) por litro de água em papel Germitest®.

## MATERIAIS E MÉTODOS

O experimento foi realizado em laboratório / área experimental da Universidade Federal Fluminense, no Campus Praia Vermelha, em Niterói, Rio de Janeiro, Brasil. Inicialmente, foi realizada a semeadura em papel Germitest® e mantidas em uma câmara de germinação B.O.D. (*Biochemical Oxygen Demand*) com temperatura em 22°C, sem luminosidade.

O processo foi realizado da seguinte maneira: as sementes foram distribuídas homogeneamente sobre o papel, quatro repetições do milho umedecido com água destilada (controle) e, de maneira proporcional, mais quatro repetições distribuídas nos papéis utilizando água com duas gramas de cloreto de sódio (NaCl) por litro, sendo que foi utilizado aproximadamente 20 mL de água para umedecer cada papel Germitest®. Para iniciar o processo, o papel úmido foi colocado na bandeja; dez fileiras com dez sementes foram enfileiradas (totalizando 100 sementes por papel Germitest®). A distância das fileiras foi de aproximadamente 3 cm.

A seguir, os papéis Germitest® foram dobrados na direção vertical, ao longo das fileiras e identificados. Já com as dobras, os papéis com as sementes foram inseridos delicadamente dentro de um saco plástico incolor e colocado um elástico apenas para segurá-los. Em ambos os métodos de condução as sementes ficaram armazenadas em um recipiente para ser conservado de forma igualitária. Durante o período em que as repetições permaneceram sob as condições de temperatura de acordo com o tratamento, foram diariamente avaliadas para manutenção e receberam as aplicações hídricas para suprir a necessidade da manutenção da umidade até a conclusão do estudo, mantendo as sementes, e, posteriores plântulas, irrigadas.

A taxa de germinação foi aferida diariamente, até o nono dia após o início do seu desenvolvimento, quando todos os tratamentos estabilizaram. Determinou-se a porcentagem e o índice de velocidade de germinação (IVG). A porcentagem foi calculada pela fórmula seguindo a Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009) e o IVG de acordo com a equação (EQ(1)) por Maguire (1962) adaptado de Moraes et al. (2012).

$$IVG = (G1/N1) + (G2/N2) + \dots + (Gn/Nn) \quad EQ(1)$$

Onde:

G1, G2, Gn = número de sementes germinadas na primeira, segunda e última contagem.

N1, N2, Nn = dias após a semeadura na primeira, segunda e última contagem

As verificações dos parâmetros de crescimento foram realizadas no 23º dia após a semeadura (DAS). Sobretudo, para as análises, foram selecionadas cinco plântulas

aleatoriamente. Para o volume da raiz foi medido a partir da utilização de uma proveta de 250 ml com água, onde a raiz foi inserida e, deste modo, obteve-se a contabilização do volume, em mL que foi deslocado pela proveta. Além disso, a altura da parte aérea foi medida com o auxílio de uma trena métrica. Os resultados foram expressos em centímetros (cm). Ademais, o diâmetro do caule foi obtido através da medição utilizando o paquímetro digital no colo da plântula. Os resultados foram expressos em milímetros (mm).

Já a massa fresca total foi determinada pela soma da massa das folhas, do caule e da raiz, realizada em balança analítica e expressos em miligramas. Após secagem (em estufa com ventilação forçada a 65 °C, por 3 dias), foi aferida a massa seca total (soma da massa seca das folhas, do caule e da raiz) e expressos em miligramas. Após os dados foram tabulados e submetidos a análise de variância (ANOVA) com o auxílio do programa estatístico SISVAR, aplicou-se o teste de média em nível de probabilidade de 5% por meio do teste de Tukey.

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Após a semeadura, o milho em ambos os tratamentos, começou o processo de germinação a partir do quarto dia, tendo uma maior germinação quando somente utilizado água, ou seja, tratamento controle. Entretanto, a partir do sexto dia se pode notar uma alteração entre os tratamentos. A partir desse dia, o milho irrigado com solução salina passou a germinar de forma mais expressiva em relação ao milho controle e atingiu a estabilidade da germinação por primeiro. Tais resultados são observados tanto para o Índice de Velocidade de Germinação (IVG), onde se obteve 3,25% para o controle, e 3,31% para o sal (dados não mostrados), quanto para a porcentagem de germinação (Figura 1).

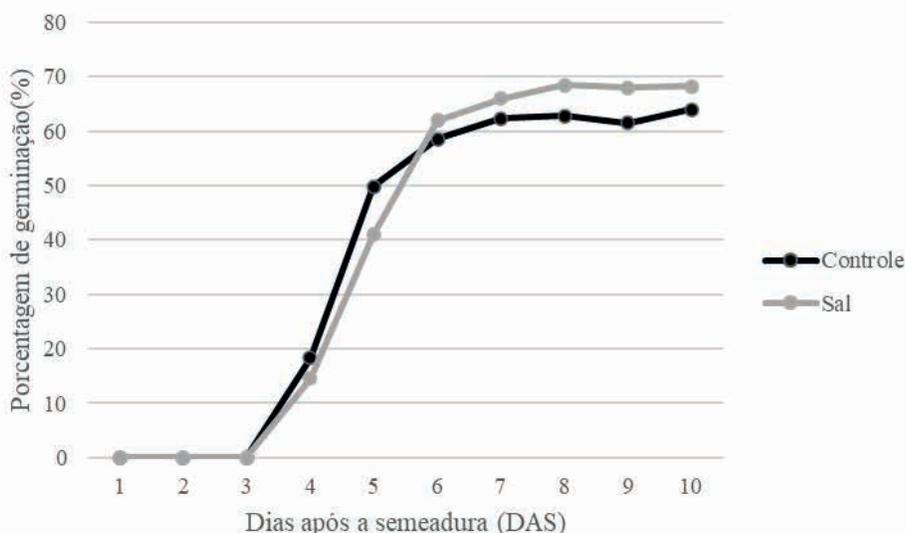


Figura 1: Porcentagem de germinação de sementes com solução salina (sal) e água (controle), ao longo dos dias após a semeadura

Fonte: Autoria própria, 2023.

Sobre os efeitos do cloreto de sódio na solução, o assunto é constantemente discutido e é apontado que provoca redução no desenvolvimento vegetal, atribuído a diminuição do potencial osmótico; desbalanço nutricional causado pela concentração iônica e inibição da absorção de outros cátions pelo sódio, porém, a relevância dos danos depende do tempo, concentração, tolerância da cultura e volume de irrigação (SCHOSSLER et al., 2012).

A realização do teste de germinação padrão não foi realizado na terra em ambiente externo, como ocorre naturalmente, foi utilizado papel Germitest®, um produto seguro e de fácil manuseio para o trabalho, o mesmo obtém a capacidade de retenção de água e previne a proliferação de fungos e bactérias. Além da utilização desse material a semente é obtida com uma aplicação de fungicida -de cor vermelha-, assim, auxilia ainda mais na prevenção de doenças ao longo da experiência (Figura 2).

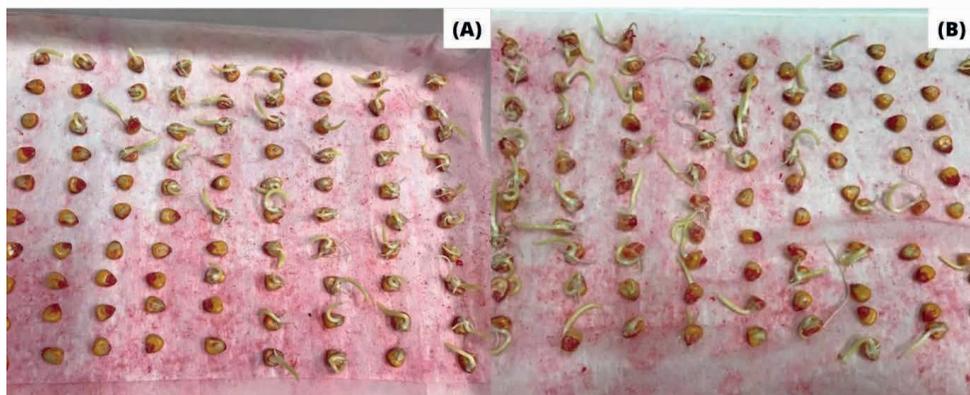


Figura 2 - Plântulas de milho com 7 dias após a sementeira em que (A) tratamento controle e (B) tratamento com sal.

Fonte: Autoria própria, 2023.

No desenvolvimento habitual das plantas há a realização de uma série de processos físicos, químicos e biológicos que possuem como principal dependência a disponibilidade de água para efetuar a quantidade certa de recursos (TAIZ et al., 2017). Assim, a preocupação com a salinidade relaciona-se com a diminuição do potencial osmótico, associada ao uso de águas de irrigação salinas, que pode ser especialmente perigoso. A planta, eventualmente, alcança um alto potencial de “estresse” mais rapidamente, principalmente para as culturas sensíveis à salinidade (RHOADES et al., 1992). A relevância desse estudo se deve ao fato desta variável ser considerada a principal responsável pela variação do potencial hídrico das plantas em ambientes salinos (COELHO et al., 2014)

Em relação aos parâmetros de crescimento, observou-se que não se obteve diferença na análise estatística em relação ao volume da raiz ( $p: 0,6221$ ), altura do caule ( $p: 0,793$ ), diâmetro do colo ( $p: 0,4008$ ) e da massa fresca ( $p: 0,3979$ ), todos obtidos com uma variação maior do que 0,05. Porém, os dados gerados pela massa seca apresentaram o valor de 0,0451, inferior a 0,05, ou seja, estatisticamente significativo. Foi analisado que o milho controle obteve maior biomassa, em relação ao milho cultivado na solução salina, pois teve uma redução na sua biomassa (Figura 3).

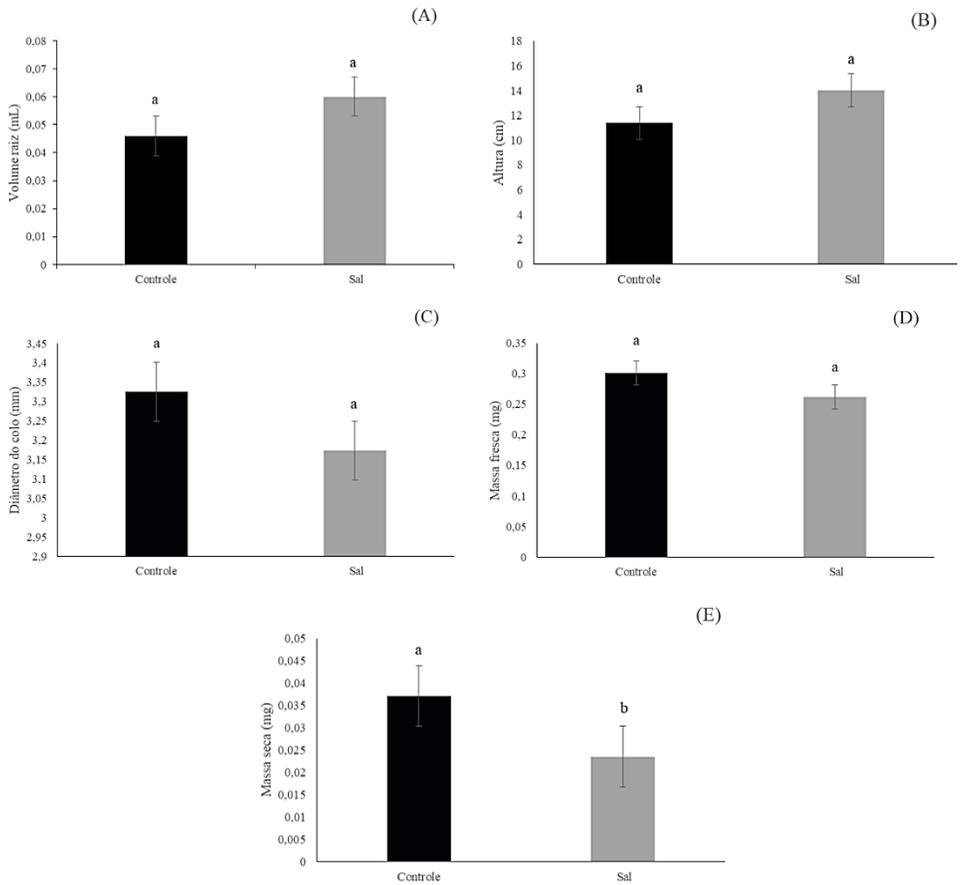


Figura 3 –Parâmetros de crescimento para os tratamentos controle (água) e solução salina. Volume da raiz (A), altura da parte aérea (B), diâmetro do colo (C), massa fresca (D) e massa seca (E). n=5.

Fonte: Autoria própria, 2023.

Analisando os resultados, a presença de cloreto de sódio na água teve pouca influência, nos parâmetros analisados, conforme abordado anteriormente, mas também pode ser evidenciado pela análise visual dos tratamentos (Figura 4), porém a redução na biomassa possivelmente afetaria o desenvolvimento das mudas em campo.

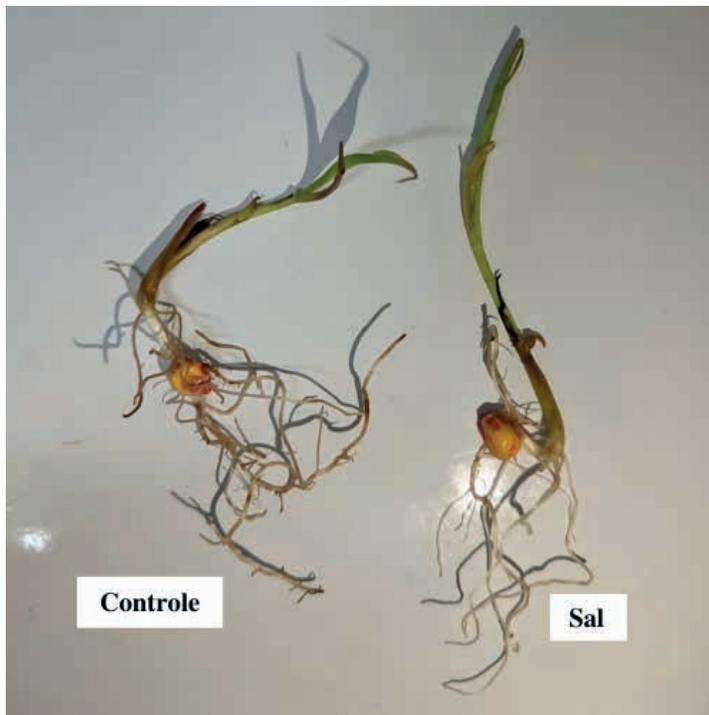


Figura 4 – Análise visual dos tratamentos aos 22 dias após início da germinação.

Fonte: Autoria própria, 2023.

## CONCLUSÃO

O tratamento controle iniciou a germinação primeiro, porém o tratamento com sal teve a estabilização da germinação primeiro. Logo, foi obtido um IVG de 3,25% no tratamento controle e de 3,31% no tratamento com sal. Em relação ao volume da raiz, altura, diâmetro do colo e massa fresca, não houve diferença entre os tratamentos, somente para massa seca, em que o tratamento controle obteve maior biomassa.

## AGRADECIMENTOS

Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnologia – CNPq e Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro – FAPERJ.

## REFERÊNCIAS

COELHO, J. B. M.; Barros, M. de F. C.; Bezerra Neto, E.; Souza, E. R. **Ponto de murcha permanente fisiológico e potencial osmótico de feijão caupi cultivado em solos salinizados**. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v. 18, n. Rev. bras. eng. agríc. ambient., 2014 18(7), jul. 2014.

CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento. **Produção de grãos atinge recorde na safra 2021/22 e chega a 271,2 milhões de toneladas.** Conab - Companhia Nacional de Abastecimento: 2022. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/ultimas-noticias/4744-producao-de-graos-atinge-recorde-na-safra-2021-22-e-chega-a-271-2-milhoes-de-toneladas> Acessado em: 30 janeiro 2023.

CORREIA, Daniela Marques. **Resposta fisiológicas de variedades de milho ao estresse hídrico por alagamento no estágio inicial de desenvolvimento.** 2020. 86f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Agrícola e Ambiental) - Universidade Federal Fluminense, Escola de Engenharia, 2020.

DA SILVA, F. A.; PEREIRA, F. H. F.; JUNIOR, J. E. C.; NÓBREGA, J. S.; SOUZA, W. V. **Crescimento inicial do milho cultivado em solo salino e tratado com prolina.** CONTECC'2016, Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia - Foz do Iguaçu, Brasil, 29 ago. 2016.

DUARTE, J. O.; MATTOSO, M. J.; GARCIA, J. C. **Milho - Importância Socioeconômica.** Embrapa Milho e Sorgo, 8 dez. 2021

DE VILLA, B.; SANTOS, R. F.; SECCO, D.; ZANÃO JÚNIOR, L. A.; TOKURA, L. K.; PRIOR, M. P.; DA SILVA REIS, L.; DA SILVA, D. R. **Efeito da salinidade no desenvolvimento inicial do milho.** Acta Iguazu, v. 8, n. 3, p. 42–47, 2019. Disponível em: <https://e-revista.unioeste.br/index.php/actaiguazu/article/view/20043>. Acesso em: 17 fev. 2023.

GALON, L.; TIRONI, S. P.; ROCHA, A. A. da; SOARES, E. R.; CONCENÇO, G.; ALBERTO, C. M. **Influência dos fatores abióticos na produtividade da cultura do milho.** Revista Trópica: Ciências Agrárias e Biológicas, v. 4, n. 3, 2011.

MAGNAVACA, R.; PARENTONI, S. N. **Cultivares x híbridos: conceitos básicos.** EMBRAPA/CNPMS; Sidney Netto Parentoni, CNPMS, EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Informe Agropecuário, Belo Horizonte, ano 1990, v. 14, n. 165, p. 5-8, 2015.

PAES, M. C. D. **Aspectos físicos, químicos e tecnológicos do grão de milho.** Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2006.

PRODUTOS de milho híbrido marca Pioneer®. **Pioneer - Feitos para crescer.** Jan. 2023. Disponível em: <https://www.pioneer.com/br/produtos-e-solucoes/milho0.html>. Acesso em: 25 jan. 2023.

RHOADES, J. D.; KANDIAH, A.; MASHALI, A. M. **The use of saline waters for crop production-FAO irrigation and drainage paper 48.** FAO, Rome, v. 133, 1992

SCHOSSLER, T. R.; MACHADO, D.; ZUFFO, A. M.; ANDRADE, F.; PIAUILINO, A. **SALINIDADE: EFEITOS NA FIOLOGIA E NA NUTRIÇÃO MINERAL DE PLANTAS.** ENCICLOPEDIA BIOSFERA, v.8, n.15, 2012.

SOUZA, G. M.; BARBOSA, A. M. **Fatores de estresse no milho são diversos e exigem monitoramento constante.** Revista Visão Agrícola – ESALQ/USP / N°13, 2015.

TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MOLLER, I.; MURPHY, A. **Fisiologia e desenvolvimento vegetal.** 6.ed. Porto Alegre: Artmed, 2017. 888 p.

VIEIRA, L. C. **Milho híbrido é obtido através do cruzamento de duas linhagens puras.** Agro 2.0, 21 out. 2020. Disponível em: <https://agro20.com.br/milho-hibrido/>. Acesso em: 26 jan. 2023.

VIRTUOSO, Marcos Claudio da Silva. **Estresses abióticos na germinação de sementes e no crescimento de mudas de espécies e híbridos de Eucalyptus**. 2018. Dissertação de mestrado (Pós-graduação Agronomia (Genética e Melhoramento de Plantas) - FCAV - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias - Jaboticabal – Unesp, 2018.