

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE GOIÁS
PRÓ REITORIA DE GRADUAÇÃO
ESCOLA POLITÉCNICA E DE ARTES
GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

**EFEITO DO HIDROPRIMING NA GERMINAÇÃO E NO DESENVOLVIMENTO
INICIAL DE PLÂNTULAS DE MILHO (*Zea mays* L.) SOB
DIFERENTES DISPONIBILIDADES HÍDRICAS**

KAMILA CALADO ALENCAR

Goiânia
2026

KAMILA CALADO ALENCAR

**EFEITO DO HIDROPRIMING NA GERMINAÇÃO E NO DESENVOLVIMENTO
INICIAL DE PLÂNTULAS DE MILHO (*Zea mays* L.) SOB
DIFERENTES DISPONIBILIDADES HÍDRICAS**

Artigo apresentado como requisito parcial para
composição de média final na disciplina de
Trabalho de Conclusão de Curso, do curso de
graduação em Agronomia, da Pontifícia
Universidade Católica de Goiás, PUC-Goiás.

Orientador(a): Prof^a Dr^a Roberta Paula de Jesus

Goiânia
2026

KAMILA CALADO ALENCAR

**EFEITO DO HIDROPRIMING NA GERMINAÇÃO E NO DESENVOLVIMENTO
INICIAL DE PLÂNTULAS DE MILHO (*Zea mays* L.) SOB
DIFERENTES DISPONIBILIDADES HÍDRICAS**

BANCA EXAMINADORA

Documento assinado digitalmente
 **ROBERTA PAULA DE JESUS**
Data: 23/06/2026 15:09:00-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Presidente (Profª Drª Roberta Paula de Jesus)
Pontifícia Universidade Católica de Goiás

Documento assinado digitalmente
 **LEANDRA REGINA SEMENSATO**
Data: 22/06/2026 19:52:04-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Membro I (Profª Drª Leandra Regina Semensato)
Pontifícia Universidade Católica de Goiás

Documento assinado digitalmente
 **RODRIGO DE SOUZA SILVA**
Data: 22/06/2026 19:36:39-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Membro II (Prof Dr Rodrigo de Souza Silva)
Centro Universitário Araguaia

Aprovada em 12/06/2026.

**EFEITO DO HIDROPRIMING NA GERMINAÇÃO E NO DESENVOLVIMENTO
INICIAL DE PLÂNTULAS DE MILHO (*Zea mays* L.) SOB
DIFERENTES DISPONIBILIDADES HÍDRICAS**

**EFFECT OF HYDROPRIMING ON THE GERMINATION AND INITIAL
DEVELOPMENT OF MAIZE (*Zea mays* L.) SEEDLINGS UNDER
DIFFERENT WATER AVAILABILITY CONDITIONS**

RESUMO

O estabelecimento inicial da cultura do milho é fortemente influenciado pela disponibilidade hídrica do solo, especialmente em sistemas de produção conduzidos na safrinha, nos quais são frequentes períodos de déficit hídrico durante a germinação e emergência. Nesse contexto, o hidropriming tem sido apontado como uma estratégia capaz de favorecer o desempenho fisiológico das sementes. Objetivou-se avaliar o efeito do hidropriming na germinação e no desenvolvimento inicial de plântulas de milho submetidas a diferentes disponibilidades hídricas. O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado, com seis tratamentos e quatro repetições. Os tratamentos consistiram na combinação entre sementes submetidas ou não ao hidropriming e três níveis de capacidade de campo do solo (100%, 50% e 25%). Foram avaliados a porcentagem de germinação, o índice de velocidade de emergência (IVE), a altura da parte aérea, o comprimento radicular e a massa seca total das plântulas. Os resultados demonstraram que o hidropriming não influenciou significativamente a germinação final, porém promoveu maior velocidade de emergência e favoreceu o desenvolvimento inicial das plântulas. Além disso, a restrição hídrica reduziu o crescimento inicial da cultura, enquanto o hidropriming contribuiu para amenizar parcialmente esses efeitos. Conclui-se que a técnica apresenta potencial para favorecer o vigor e o estabelecimento inicial do milho sob condições de déficit hídrico, especialmente em sistemas de produção de safrinha.

Palavras chave: Condicionamento fisiológico; Vigor de sementes; Déficit hídrico; Emergência de plântulas.

ABSTRACT

The initial establishment of maize crops is strongly influenced by soil water availability, especially in second-crop maize production systems (*safrinha*), where water deficit periods frequently occur during germination and seedling emergence. In this context, hydropriming has been considered a promising strategy to improve seed physiological performance under adverse environmental conditions. This study aimed to evaluate the effect of hydropriming on the germination and initial development of maize seedlings subjected to different levels of water availability. The experiment was conducted in a completely randomized design with six treatments and four replications. Treatments consisted of the combination of seeds submitted or not to hydropriming and three soil field capacity levels (100%, 50%, and 25%). The evaluated variables were germination percentage, emergence speed index (ESI), shoot length, root length, and total dry mass of seedlings. The results showed that hydropriming did not significantly affect final germination percentage; however, it increased emergence speed and improved seedling initial development. In addition, water restriction reduced the initial growth of maize plants, whereas hydropriming partially mitigated these negative effects. It was concluded that hydropriming has the potential to enhance seed vigor and the initial establishment of maize under water deficit conditions, particularly in second-crop maize production systems.

Keywords: Seed priming; Seed vigor; Water deficit; Seedling emergence.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	8
2	OBJETIVO.....	9
3	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	9
3.1	Importância e dinâmica do milho safrinha no Centro-Oeste.....	9
3.2	Estabelecimento inicial da cultura do milho, qualidade fisiológica de sementes e restrição hídrica.....	10
3.3	Condicionamento fisiológico de sementes (Priming e Hidropriming).....	13
3.4	Mecanismos e aplicações do hidropriming no milho safrinha.....	14
4	MATERIAIS E MÉTODOS.....	16
4.1	Caracterização da área experimental.....	16
4.2	Delineamento experimental.....	16
4.3	Tratamentos.....	16
4.4	Unidade experimental e material vegetal.....	16
4.5	Condução do hidropriming.....	17
4.6	Determinação da capacidade de campo.....	17
4.7	Manejo da disponibilidade hídrica.....	18
4.8	Instalação e condução do experimento.....	18
4.9	Variáveis avaliadas.....	18
4.10	Análise estatística.....	19
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	20
5.1	Germinação.....	20
5.2	Índice de velocidade de emergência (IVE).....	21
5.3	Altura da parte aérea.....	23
5.4	Comprimento radicular.....	24
5.5	Massa seca total.....	25
6	CONCLUSÕES.....	26
	REFERÊNCIAS	27

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Média geral, valores de F calculado, quadrado médio do resíduo (QMResíduo) e coeficiente de variação (CV%) para as variáveis germinação, índice de velocidade de emergência e desenvolvimento inicial de plântulas de milho submetidas ao hidropriming sob diferentes níveis de disponibilidade hídrica. Goiânia, GO, 2026.....	20
Tabela 2	Valores médios de germinação (%) de plântulas de milho submetidas ao hidropriming sob diferentes níveis de disponibilidade hídrica, em Goiânia, GO, 2026	21
Tabela 3	Valores médios do índice de velocidade de emergência (IVE) de plântulas de milho submetidas ao hidropriming sob diferentes níveis de disponibilidade hídrica, em Goiânia, GO, 2026.....	22
Tabela 4	Valores médios da altura da parte aérea (cm) de plântulas de milho submetidas ao hidropriming sob diferentes níveis de disponibilidade hídrica, em Goiânia, GO, 2026.....	23
Tabela 5	Valores médios do comprimento radicular (cm) de plântulas de milho submetidas ao hidropriming sob diferentes níveis de disponibilidade hídrica, em Goiânia, GO, 2026.....	24
Tabela 6	Valores médios da massa seca total (g) de plântulas de milho submetidas ao hidropriming sob diferentes níveis de disponibilidade hídrica, em Goiânia, GO, 2026.....	26

1 INTRODUÇÃO

O milho (*Zea mays* L.) consolida-se como um dos pilares do agronegócio brasileiro, exercendo papel vital na segurança alimentar e na balança comercial do país. Como um dos maiores produtores e exportadores mundiais, o Brasil direciona essa cultura para múltiplos setores, desde a nutrição animal e humana até a indústria de biocombustíveis (CONAB, 2023). No cenário nacional, a região Centro-Oeste destaca-se como o principal polo produtivo, especialmente através do sistema de "safrinha", onde o cereal é cultivado em sucessão à soja (EMBRAPA, 2021).

Apesar do elevado nível tecnológico empregado, o cultivo de segunda safra enfrenta janelas agrícolas cada vez mais estreitas. O estabelecimento inicial da cultura, etapa que define o potencial produtivo da lavoura, ocorre frequentemente sob condições de estresse hídrico e oscilações térmicas acentuadas, características do período de transição para a estação seca no Cerrado (Fancelli; Dourado Neto, 2004). Nessas condições, a germinação e a emergência tornam-se lentas e desuniformes, gerando estandes falhos e plantas dominadas, que possuem baixa capacidade de competição por recursos e comprometem o rendimento final (Sangoi *et al.*, 2010).

Nesse contexto, a qualidade fisiológica das sementes assume um papel estratégico. Sementes de alto vigor possuem mecanismos de reparo celular mais eficientes e maior velocidade metabólica, fatores determinantes para superar as adversidades do solo (Marcos-Filho, 2015). Contudo, diante de cenários de seca severa na semeadura, apenas o uso de sementes vigorosas pode não ser suficiente para garantir a uniformidade do estande, demandando o uso de tecnologias pré-germinativas.

Entre as alternativas promissoras, o condicionamento fisiológico, ou *priming*, destaca-se pela capacidade de preparar a semente para uma emergência rápida. O hidropriming, especificamente, apresenta-se como uma técnica de baixo custo e alta aplicabilidade prática, permitindo que a semente avance nas fases iniciais do metabolismo germinativo em ambiente controlado (Farooq *et al.*, 2006). Ao serem levadas ao campo, essas sementes já superaram as principais barreiras bioquímicas, mitigando os efeitos do déficit hídrico e assegurando um estabelecimento inicial mais vigoroso.

Apesar dos avanços no entendimento dos efeitos do *priming*, ainda existem lacunas relacionadas à resposta das sementes de milho sob diferentes níveis de disponibilidade hídrica, especialmente em condições que simulam cenários de restrição

hídrica inicial. Nesse sentido, estudos que avaliem o desempenho fisiológico de sementes de milho submetidas ao hidropriming em diferentes níveis de umidade do solo são fundamentais para subsidiar estratégias de manejo mais eficientes.

2 OBJETIVO

Avaliar o efeito do hidropriming na germinação e no desenvolvimento inicial de plântulas de milho (*Zea mays* L.) sob diferentes níveis de disponibilidade hídrica.

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 Importância e dinâmica do milho safrinha no Centro-Oeste

O milho (*Zea mays* L.) é uma das culturas agrícolas de maior relevância no Brasil, destacando-se tanto pela sua importância econômica quanto pelo seu papel estratégico nos sistemas produtivos. O país figura entre os maiores produtores mundiais do cereal, sendo a cultura fundamental para a alimentação humana, produção de ração animal e como matéria-prima para a indústria, especialmente nos setores de biocombustíveis e alimentos processados (CONAB, 2025; USDA, 2023).

Na safra 2024/25, a produção brasileira de milho foi estimada em 126,9 milhões de toneladas, representando um crescimento em relação à safra anterior. Desse total, aproximadamente 99,8 milhões de toneladas são provenientes da segunda safra, evidenciando a importância do sistema de produção conhecido como milho safrinha para o abastecimento interno e para a participação do Brasil no mercado internacional de grãos (CONAB, 2025).

No contexto nacional, a produção apresenta forte concentração na região Centro-Oeste, que se consolidou como o principal polo produtor do país. Estados como Mato Grosso, Goiás e Mato Grosso do Sul lideram o volume de produção, beneficiados por condições edafoclimáticas favoráveis, disponibilidade de áreas agrícolas e elevado nível de tecnificação (IBGE, 2023). Nessa região, o milho é predominantemente cultivado em sucessão à soja, compondo o sistema soja-milho safrinha, considerado uma das estratégias mais eficientes de intensificação sustentável do uso da terra no Brasil (EMBRAPA, 2021).

O sistema safrinha caracteriza-se pela semeadura do milho logo após a colheita da soja, aproveitando a umidade residual do solo e a janela agrícola disponível. Esse sistema tem contribuído significativamente para o aumento da produção nacional de grãos, sendo atualmente responsável por mais de 75% do milho produzido no país (CONAB, 2025). Além disso, os avanços genéticos, o uso de sementes de alta qualidade fisiológica e a adoção de tecnologias de manejo têm proporcionado incrementos expressivos na produtividade da cultura, cuja média nacional foi estimada em aproximadamente 6.391 kg ha⁻¹ na safra 2024/25 (CONAB, 2025).

Entretanto, essa modalidade de cultivo impõe desafios agronômicos importantes no Centro-Oeste. Como a semeadura ocorre entre os meses de janeiro e março, a cultura passa a se desenvolver em um período caracterizado pela redução gradual das precipitações e pelo aumento da demanda evaporativa da atmosfera (EMBRAPA, 2020). Essa dinâmica expõe as plantas a condições de maior risco climático ao longo do ciclo, tornando o déficit hídrico um dos principais fatores limitantes para o estabelecimento inicial e para a estabilidade da produtividade da cultura (Fancelli; Dourado Neto, 2004).

Nesse contexto, estratégias que favoreçam a germinação, a emergência e o desenvolvimento inicial das plântulas tornam-se particularmente relevantes para o sucesso do milho safrinha, especialmente em regiões sujeitas à ocorrência de períodos de restrição hídrica durante as fases iniciais de desenvolvimento da cultura.

3.2 Estabelecimento inicial da cultura do milho, qualidade fisiológica de sementes e restrição hídrica

O estabelecimento inicial da cultura do milho constitui uma das fases mais críticas para a definição do potencial produtivo da lavoura. Essa etapa compreende os processos de germinação, emergência e desenvolvimento inicial das plântulas, sendo altamente dependente das condições ambientais, especialmente da disponibilidade hídrica, temperatura e características físicas do solo (Magalhães; Durães, 2006; Taiz *et al.*, 2017).

O processo de germinação inicia-se com a embebição, caracterizada pela absorção de água pela semente, seguida pela ativação metabólica, mobilização de reservas e retomada do crescimento do embrião. Posteriormente, ocorre a protrusão da radícula, marcando o fim da germinação e o início do desenvolvimento da plântula. A emergência, por sua vez, corresponde ao momento em que o coleóptilo ultrapassa a superfície do solo,

sendo influenciada por fatores como profundidade de semeadura, resistência mecânica do solo e condições hídricas (Bewley *et al.*, 2013; Marcos-Filho, 2015).

A uniformidade de emergência é um dos principais indicadores da qualidade do estabelecimento inicial. Diferentemente de outras culturas, o milho apresenta baixa capacidade de compensação plástica, tornando a formação do estande ainda mais rigorosa. Quando as plantas emergem de forma desuniforme, estabelece-se uma competição desigual por luz, água e nutrientes. Nesse cenário, plantas com emergência precoce tornam-se dominantes, enquanto as tardias comportam-se como plantas dominadas, apresentando redução significativa da área foliar e do desenvolvimento radicular (Vieira; Krzyzanowski, 1999).

Diversos estudos demonstram que a uniformidade do estande está diretamente relacionada ao rendimento final da cultura. Segundo Sangoi *et al.* (2010), a desuniformidade temporal na emergência pode reduzir significativamente a produtividade, uma vez que as plantas dominadas contribuem pouco para a produção de grãos e muitas vezes tornam-se estéreis. Assim, a obtenção de um estande uniforme e na densidade adequada é fundamental para maximizar a eficiência no uso dos recursos e garantir a expressão do potencial genético da cultura.

Entre os fatores ambientais que mais influenciam o estabelecimento inicial destaca-se a disponibilidade hídrica. A água é o principal agente desencadeador da germinação, sendo responsável pela hidratação dos tecidos, ativação de enzimas, mobilização de reservas e manutenção do turgor celular necessário para a expansão dos tecidos embrionários (Taiz *et al.*, 2017; Nonogaki; Bassel; Bewley, 2010).

Em condições de déficit hídrico, a absorção de água pelas sementes é limitada, retardando ou interrompendo processos metabólicos essenciais para a germinação. A redução da disponibilidade de água prolonga o período necessário para a emergência, favorece a desuniformidade do estande e reduz o vigor das plântulas. Além disso, a deficiência hídrica compromete o crescimento inicial da parte aérea e do sistema radicular, diminuindo a capacidade das plantas em explorar o solo e absorver nutrientes (Carvalho; Nakagawa, 2012; Farooq *et al.*, 2009).

A escassez de água limita a elongação celular no coleóptilo e nas raízes, reduzindo a área de exploração do solo e a capacidade de absorção de nutrientes. Como consequência, ocorre menor interceptação de radiação fotossinteticamente ativa, menor

acúmulo de biomassa e redução do potencial produtivo da cultura (Farooq *et al.*, 2009; Bergamaschi *et al.*, 2004).

No sistema de milho safrinha, a semeadura ocorre frequentemente sob condições de redução das precipitações e aumento da demanda evaporativa da atmosfera. Nessas circunstâncias, o rápido estabelecimento da cultura torna-se essencial para que as plantas aproveitem a umidade residual do solo e desenvolvam um sistema radicular capaz de sustentar seu crescimento ao longo do ciclo (Fancelli; Dourado Neto, 2000; Bergamaschi *et al.*, 2004).

Para mitigar esses danos e garantir que o potencial genético do híbrido seja expresso, o aporte de sementes com alta qualidade fisiológica torna-se indispensável. Nesse contexto, a qualidade fisiológica representa um dos principais fatores associados ao sucesso do estabelecimento inicial da cultura (Marcos-Filho, 2015; Ista, 2023).

A qualidade fisiológica das sementes está relacionada à capacidade de originar plântulas normais e vigorosas sob diferentes condições ambientais. No milho, sementes com elevado desempenho fisiológico são fundamentais para assegurar emergência rápida e uniforme, favorecendo a formação do estande e a maximização da produtividade (Brasil, 2009; Marcos-Filho, 2015).

Embora a germinação seja o parâmetro oficial utilizado na comercialização de sementes, determinado pelas Regras para Análise de Sementes (Brasil, 2009), ela isoladamente não reflete o real potencial de estabelecimento em campo. Nesse cenário, o vigor assume papel de destaque, representando a soma das propriedades que determinam o potencial de desempenho das sementes em ambientes diversos (Ista, 2023; Marcos-Filho, 2015).

Sementes vigorosas apresentam maior velocidade de imbibição, melhor reorganização das membranas celulares, maior eficiência dos mecanismos de reparo e maior capacidade de mobilização das reservas. Essas características favorecem uma emergência mais rápida, uniforme e tolerante a condições adversas, como oscilações térmicas e deficiência hídrica (Marcos-Filho, 2015).

A manutenção da qualidade fisiológica é influenciada por fatores genéticos, condições de maturação, época de colheita e manejo pós-colheita. Além disso, ambientes de armazenamento com alta temperatura e umidade relativa aceleram a deterioração das sementes, promovendo danos às membranas celulares e redução do vigor (Carvalho; Nakagawa, 2012; Peske; Villela; Meneghello, 2019).

A importância do vigor torna-se ainda mais evidente em situações de restrição hídrica, comuns no cultivo de milho safrinha. Nestas condições, sementes de alto vigor apresentam maior velocidade de absorção de água e capacidade superior de reorganização do sistema de membranas, reduzindo a lixiviação de solutos e favorecendo a rápida retomada do crescimento (Marcos-Filho, 2015; Peske; Vilela; Meneghello, 2019). Dessa forma, a utilização de sementes com elevada qualidade fisiológica constitui uma estratégia fundamental para reduzir os riscos associados às fases iniciais de desenvolvimento da cultura e garantir o adequado estabelecimento do milho em ambientes sujeitos à limitação hídrica.

3.3 Condicionamento fisiológico de sementes (Priming e Hidropriming)

Como estratégia para melhorar o desempenho fisiológico das sementes sob condições adversas, especialmente em ambientes sujeitos à restrição hídrica, destaca-se o condicionamento fisiológico de sementes, conhecido internacionalmente como *priming*. Essa técnica consiste em um tratamento pré-germinativo no qual as sementes são parcialmente hidratadas sob condições controladas, permitindo a ativação dos processos metabólicos iniciais e dos mecanismos de reparo celular sem que ocorra a protrusão da radícula (Farooq *et al.*, 2006; Paparella *et al.*, 2015).

Durante o condicionamento fisiológico, as sementes avançam pelas fases iniciais da germinação, conhecidas como Fase I e Fase II da curva de embebição. Nesses estágios ocorrem a reorganização das membranas celulares, a síntese de proteínas, a ativação de enzimas antioxidantes e o início da mobilização das reservas armazenadas nos tecidos da semente. Entretanto, a hidratação é interrompida antes que a semente atinja a Fase III da germinação, etapa caracterizada pelo crescimento celular irreversível e pela protrusão da radícula. Dessa forma, os processos metabólicos são ativados sem que ocorra a emissão da raiz primária, preservando a tolerância da semente à dessecação e permitindo sua posterior secagem e semeadura (Bewley *et al.*, 2013).

Após o tratamento, as sementes passam por um processo de secagem controlada (*back-drying*), retornando a teores de umidade próximos aos originais. Essa etapa permite o armazenamento temporário, o transporte, o manuseio e a semeadura convencional, mantendo os benefícios fisiológicos adquiridos durante o condicionamento (Bewley *et al.*, 2013; Paparella *et al.*, 2015).

Diferentes métodos podem ser empregados para a realização do *priming*. O *osmopriming* utiliza soluções com baixo potencial osmótico, geralmente preparadas com polietilenoglicol (PEG 6000), para controlar a absorção de água. O *halopriming* utiliza soluções salinas com a mesma finalidade. Entre as diferentes modalidades, destaca-se o *hidropriming*, que utiliza exclusivamente água em condições controladas de tempo e temperatura (Paparella *et al.*, 2015).

O hidropriming destaca-se como uma das formas mais simples, acessíveis e sustentáveis de condicionamento fisiológico. Por utilizar apenas água, sem necessidade de agentes osmóticos ou compostos químicos complexos, apresenta baixo custo de implementação e fácil operacionalização, sendo viável tanto para sistemas de produção de pequena escala quanto para cultivos altamente tecnificados (Farooq *et al.*, 2006; Ashraf; Foolad, 2005).

Além da simplicidade operacional, essa técnica apresenta grande potencial para culturas conduzidas sob condições de estresse hídrico, uma vez que permite que as sementes iniciem o processo germinativo em condições controladas antes da semeadura. Dessa forma, o hidropriming tem sido amplamente estudado como ferramenta para acelerar a germinação, uniformizar a emergência e aumentar o vigor das plântulas em diferentes culturas agrícolas, com destaque para cereais de grande importância econômica como o milho, o arroz e o trigo (Ashraf; Foolad, 2005; Farooq *et al.*, 2006).

3.4 Mecanismos e aplicações do hidropriming no milho safrinha

O sucesso do hidropriming está relacionado à ativação antecipada de diversos processos fisiológicos e bioquímicos envolvidos na germinação. Durante o período controlado de hidratação ocorre a indução de um estado fisiológico conhecido como *priming state*, caracterizado pela ativação de mecanismos metabólicos que preparam a semente para uma retomada mais rápida do crescimento após a semeadura (Paparella *et al.*, 2015).

Entre os principais efeitos fisiológicos observados destaca-se a reorganização das membranas celulares, frequentemente danificadas durante o processo de dessecação natural das sementes. Simultaneamente ocorre o aumento da atividade de enzimas antioxidantes, como a superóxido dismutase (SOD) e a catalase (CAT), responsáveis por

reduzir os danos provocados pelas espécies reativas de oxigênio (EROs) geradas durante situações de estresse ambiental (Paparella *et al.*, 2015; Farooq *et al.*, 2006).

Além disso, o hidropriming promove a ativação precoce de enzimas hidrolíticas, responsáveis pela degradação das reservas armazenadas no endosperma. Como consequência, a disponibilização de açúcares, aminoácidos e outros metabólitos ocorre mais rapidamente, permitindo que o embrião retome seu crescimento imediatamente após a reidratação no solo (Bewley *et al.*, 2013; Paparella *et al.*, 2015).

Entretanto, o sucesso da técnica depende da definição adequada da janela de hidratação. Tempos insuficientes podem não promover a ativação metabólica desejada, enquanto períodos excessivos podem resultar em lixivação de nutrientes ou até mesmo permitir a protrusão da radícula. Quando isso ocorre, a semente perde a tolerância à dessecação e pode morrer durante o processo de secagem subsequente (Bewley *et al.*, 2013; Paparella *et al.*, 2015).

Sob condições de restrição hídrica, o hidropriming tem demonstrado elevada eficiência na redução do tempo necessário para germinação e emergência. Como as sementes já completaram parte das etapas metabólicas iniciais em ambiente controlado, eles conseguem responder mais rapidamente à limitada disponibilidade de água presente no solo, reduzindo significativamente o tempo médio de germinação (Ashraf; Foolad, 2005).

Plântulas originadas de sementes submetidas ao hidropriming geralmente apresentam maior vigor inicial, melhor desenvolvimento da parte aérea e sistemas radiculares mais extensos e profundos. Esse comportamento favorece a exploração de camadas mais profundas do solo em busca de água e nutrientes, aumentando a tolerância ao déficit hídrico e melhorando o estabelecimento inicial da cultura (Farooq *et al.*, 2006).

No sistema de milho safrinha, essas características assumem importância ainda maior. Como a semeadura ocorre em um período de redução das precipitações e aumento da demanda evaporativa, a rapidez na emergência e a uniformidade do estande tornam-se fatores determinantes para o sucesso da lavoura. Nesse contexto, o hidropriming pode favorecer o aproveitamento da umidade residual do solo, reduzir a exposição das sementes a patógenos e aumentar a eficiência de utilização dos recursos disponíveis (Fancelli; Dourado Neto, 2000; Sangoi *et al.*, 2010; Marcos Filho, 2015).

4. MATERIAIS E MÉTODOS

4.1 Caracterização da área experimental

O experimento foi conduzido no Instituto Tropical Subúmido (ITS) da Pontifícia Universidade Católica de Goiás (PUC Goiás), Campus II, localizado no município de Goiânia, Goiás, a 16°44'15,00" de latitude Sul e 49°12'54,73" de longitude Oeste.

4.2 Delineamento experimental

O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado (DIC), composto por seis tratamentos e quatro repetições, totalizando 24 unidades experimentais. Os tratamentos foram constituídos pela combinação entre a aplicação ou não de hidropriming nas sementes de milho e três níveis de disponibilidade hídrica do solo, correspondentes a 25%, 50% e 100% da capacidade de campo.

4.3 Tratamentos

Os tratamentos foram constituídos pela combinação da técnica de hidropriming e níveis de capacidade de campo (CC):

T1: Sementes sem hidropriming sob 100% da CC;

T2: Sementes sem hidropriming sob 50% da CC;

T3: Sementes sem hidropriming sob 25% da CC;

T4: Sementes com hidropriming sob 100% da CC;

T5: Sementes com hidropriming sob 50% da CC;

T6: Sementes com hidropriming sob 25% da CC.

4.4 Unidade experimental e material vegetal

Cada unidade experimental foi constituída por um vaso de polietileno com capacidade para 3 kg de solo, previamente peneirado e homogeneizado. Foi utilizado um lote uniforme de sementes de milho (*Zea mays* L.), cultivar EMGOPA 503 Pérola, sem

tratamento químico, visando evitar possíveis interferências de produtos utilizados no tratamento de sementes durante o processo de hidropriming, de modo a garantir que as variações observadas fossem decorrentes exclusivamente dos tratamentos aplicados.

A semeadura foi realizada em maio de 2026, período correspondente à segunda safra (*safrinha*) na região Centro-Oeste do Brasil. Em cada unidade experimental foi semeada oito sementes de milho, distribuídas de forma equidistante e em profundidade uniforme de 3,0 cm. Após a estabilização da emergência, realizou-se o desbaste, mantendo-se as quatro plântulas mais uniformes por vaso. As plântulas remanescentes foram conduzidas até o final do período experimental para as avaliações de desenvolvimento inicial e acúmulo de massa seca.

4.5 Condução do hidropriming

As sementes destinadas ao tratamento com hidropriming foram submetidas à embebição em água por 12 horas, em temperatura controlada próxima de 25 °C. A escolha deste período baseia-se em estudos que indicam a eficácia da janela entre 12 e 24 horas para ativação metabólica do milho (Farooq *et al.*, 2006; Paparella *et al.*, 2015).

Após a embebição, as sementes passaram pelo processo de secagem (*back-drying*) à sombra, sobre papel absorvente, por um período de 3 horas em temperatura ambiente. Este procedimento visa reduzir o teor de água superficial e estabilizar o metabolismo antes da semeadura, conforme metodologia adaptada de Caseiro *et al.*, (2004).

4.6 Determinação da capacidade de campo

A capacidade de campo do solo foi determinada pelo método gravimétrico em vasos, utilizando-se metodologia adaptada de Souza *et al.* (2000). Para isso, foram utilizados cinco vasos sentinelas contendo a mesma quantidade de solo empregada nas unidades experimentais. Inicialmente, o solo foi peneirado, homogeneizado e acondicionado em vasos de polietileno contendo 3 kg de solo seco.

Posteriormente, os vasos foram submetidos à saturação hídrica até o início da drenagem pelos orifícios localizados na parte inferior dos recipientes. Após a saturação, os vasos permaneceram em drenagem livre, à sombra, durante 24 horas, período necessário para a estabilização da água retida no solo e obtenção da condição correspondente à capacidade de campo (Souza *et al.*, 2000).

Decorrido o período de drenagem, os vasos foram pesados em balança de precisão e o peso médio obtido foi considerado correspondente a 100% da capacidade de campo. O peso médio dos vasos contendo solo seco foi de 3.061 g, enquanto o peso médio dos vasos após a saturação e drenagem livre foi de 3.812,40 g. A diferença entre esses valores correspondeu à quantidade de água retida no solo na capacidade de campo, resultando em 751,40 g de água.

Com base nesses valores, foram calculados os pesos-alvo para os diferentes níveis de disponibilidade hídrica utilizados no experimento. Assim, foram estabelecidos os tratamentos correspondentes a 100%, 50% e 25% da capacidade de campo, representados pelos pesos de 3.812 g, 3.437 g e 3.249 g por vaso, respectivamente. Esses valores serviram como referência para o manejo diário da irrigação e manutenção dos níveis hídricos estabelecidos em cada tratamento.

4.7 Manejo da disponibilidade hídrica

A manutenção da umidade foi rigorosa. Diariamente, cada unidade experimental foi pesada em balança de precisão, e a água consumida pela evapotranspiração foi repostada para retornar ao peso correspondente a cada tratamento (25%, 50% ou 100% da CC).

4.8 Instalação e condução do experimento

O experimento foi conduzido a pleno sol, nas dependências do Instituto Tropical Subúmido (ITS) da PUC Goiás. As unidades experimentais foram mantidas sem interferência de precipitações pluviais, permitindo o controle exclusivo da disponibilidade hídrica por meio dos tratamentos estabelecidos. Após a semeadura, foi realizado monitoramento diário da emergência das plântulas, considerando emergida a plântula cujo coleótilo ultrapassou a superfície do solo. As avaliações foram conduzidas durante 15 dias após a semeadura, período correspondente à fase inicial de desenvolvimento da cultura.

4.9 Variáveis avaliadas

As avaliações foram realizadas para mensurar o efeito do hidropriming e dos diferentes níveis de estresse hídrico tanto na fase de estabelecimento quanto no vigor das plântulas. Os parâmetros avaliados seguirão as metodologias descritas abaixo:

a) Germinação e emergência

Para quantificar a dinâmica de estabelecimento do estande e a eficiência do condicionamento fisiológico, foram determinados:

Porcentagem de emergência (%): obtida pela relação entre o número de plântulas emergidas (quando o coleóptilo romper a superfície do solo) e o número total de sementes semeadas em cada unidade experimental;

Índice de velocidade de emergência (IVE): calculado conforme a fórmula proposta por Maguire (1962), que permite avaliar o vigor das sementes através da rapidez de emergência diária:

$$IVE = \sum (Gi/Ni)$$

Onde: Gi = número de plântulas emergidas no dia; Ni = número de dias após a semeadura.

b) Desenvolvimento inicial das plântulas

Ao final do período experimental (15 dias), as plântulas de cada vaso foram coletadas para a mensuração do vigor vegetativo, utilizando-se os seguintes parâmetros:

Comprimento da parte aérea e radicular (cm): a parte aérea foi medida da base (colo) até o ápice da última folha expandida; e o sistema radicular foi medido da base até a extremidade da raiz principal, utilizando-se régua milimetrada. As avaliações foram realizadas conforme metodologia descrita por Nakagawa (1999).

Massa seca total (g): as plântulas foram mantidas inteiras, acondicionadas em sacos de papel e levadas à estufa de circulação forçada de ar, mantida a 65 °C, até atingirem massa constante. Posteriormente, o material foi pesado em balança de precisão, conforme a metodologia descrita por Nakagawa (1999).

4.10 Análise estatística

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância (ANOVA) em delineamento inteiramente casualizado - DIC. Quando constatado efeito significativo dos tratamentos, as médias foram comparadas pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade. As análises estatísticas foram realizadas utilizando o software GENES (Cruz, 2016).

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise de variância demonstrou que os tratamentos aplicados exerceram efeito significativo sobre a maior parte das variáveis avaliadas no experimento (Tabela 1). Para a variável germinação (%), não foi observada diferença significativa entre os tratamentos pelo teste F ($p > 0,05$), indicando que o hidropriming e os diferentes níveis de disponibilidade hídrica não influenciaram significativamente a porcentagem final de germinação das sementes. Apesar disso, observou-se tendência de maiores valores nos tratamentos submetidos ao hidropriming, principalmente sob condição de maior disponibilidade hídrica.

Por outro lado, as variáveis índice de velocidade de emergência (IVE), altura da parte aérea, comprimento radicular e massa seca total apresentaram efeito significativo dos tratamentos a 1% de probabilidade pelo teste F ($p \leq 0,01$). Esses resultados indicam que o hidropriming associado aos diferentes níveis de disponibilidade hídrica influenciou diretamente o vigor e o desenvolvimento inicial das plântulas de milho.

Tabela 1. Média geral, valores de F calculado, quadrado médio do resíduo (QMResíduo) e coeficiente de variação (CV%) para as variáveis germinação, índice de velocidade de emergência e desenvolvimento inicial de plântulas de milho submetidas ao hidropriming sob diferentes níveis de disponibilidade hídrica. Goiânia, GO, 2026.

Variável	Média geral	F calculado	QMErro	CV (%)
Germinação (%)	82,81	2,52ns	314,670	21,42
IVE	1,47	7,65**	0,1198	23,55
Altura da parte aérea (cm)	18,58	12,32**	12,9113	19,34
Comprimento radicular (cm)	21,01	4,80**	31,5639	26,74
Massa seca total (g)	1,97	8,89**	0,1331	18,55

GL tratamentos = 5; GL resíduo = 18; ns: não significativo; **: significativo a 1% pelo teste F.

Os coeficientes de variação (CV%) variaram de 18,55% a 26,74%, indicando precisão experimental considerada adequada para experimentos conduzidos em vasos e envolvendo variáveis relacionadas ao crescimento inicial de plantas.

5.1 Germinação

Os resultados de germinação não apresentaram diferença significativa entre os tratamentos pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade, indicando que o hidropriming e os diferentes níveis de disponibilidade hídrica não influenciaram significativamente a porcentagem final de germinação das sementes de milho (Tabela 2).

Tabela 2. Valores médios de germinação (%) de plântulas de milho submetidas ao hidropriming sob diferentes níveis de disponibilidade hídrica, em Goiânia, GO, 2026.

Tratamentos	Germinação (%) ns
T4 – Com hidropriming + 100% CC	100,00
T1 – Sem hidropriming + 100% CC	90,62
T5 – Com hidropriming + 50% CC	87,50
T2 – Sem hidropriming + 50% CC	84,37
T6 – Com hidropriming + 25% CC	75,00
T3 – Sem hidropriming + 25% CC	59,37

ns = não significativo pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

Apesar da ausência de diferença estatística, observa-se uma tendência de maiores valores de germinação nos tratamentos submetidos ao hidropriming, especialmente em condição de 100% da capacidade de campo (CC), no qual foi observada germinação de 100%. Por outro lado, o menor valor absoluto foi observado no tratamento sem hidropriming sob 25% CC (59,37%).

Esses resultados sugerem que, embora o hidropriming não tenha promovido aumento significativo na germinação final, o condicionamento fisiológico pode ter contribuído para maior estabilidade do processo germinativo sob condições de menor disponibilidade hídrica.

O comportamento observado corrobora a literatura clássica de condicionamento de sementes. O *priming* ativa processos metabólicos pré-germinativos (reparo de membranas, síntese de proteínas e ativação enzimática), preparando a semente para uma protrusão radicular mais rápida assim que hidratada (Bewlwy *et al.*, 2013). Em sementes de alto vigor, o ganho na germinação final sob condições ideais costuma ser sutil, mas o benefício se torna evidente na resiliência sob estresse hídrico moderado, pois o *priming* reduz o potencial hídrico osmótico interno da semente, facilitando a absorção de água em solos mais secos (Marcos-Filho, 2015).

5.2 Índice de velocidade de emergência (IVE)

Para o índice de velocidade de emergência (IVE), observou-se diferença significativa entre os tratamentos pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade (Tabela 3). Os tratamentos com hidropriming sob 100% e 50% da capacidade de campo apresentaram

os maiores valores de IVE. Esses resultados demonstram que o hidropriming favoreceu maior rapidez na emergência das plântulas, promovendo estabelecimento inicial mais acelerado.

Tabela 3. Valores médios do índice de velocidade de emergência (IVE) de plântulas de milho submetidas ao hidropriming sob diferentes níveis de disponibilidade hídrica, em Goiânia – GO.

Tratamentos	IVE
T4 – Com hidropriming + 100% CC	2,14 a
T5 – Com hidropriming + 50% CC	1,89 a
T6 – Com hidropriming + 25% CC	1,41 b
T1 – Sem hidropriming + 100% CC	1,35 b
T2 – Sem hidropriming + 50% CC	1,19 b
T3 – Sem hidropriming + 25% CC	0,82 b

Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

Os menores valores de IVE foram observados nos tratamentos sem hidropriming e sob maior restrição hídrica. Embora o menor valor absoluto tenha sido registrado no tratamento sem hidropriming sob 25% da capacidade de campo (0,82), este não diferiu estatisticamente dos demais tratamentos pertencentes ao mesmo grupo, indicando redução no vigor e atraso no processo de emergência das plântulas.

Os resultados evidenciam que o hidropriming atuou principalmente sobre o vigor das sementes, acelerando o processo de emergência mesmo sob condições de menor disponibilidade hídrica (50% CC). Esse comportamento possui elevada relevância agrônoma, uma vez que uma emergência rápida e uniforme favorece o estabelecimento inicial da cultura em campo, reduzindo a janela de vulnerabilidade a patógenos de solo e plantas daninhas (Brancaion *et al.*, 2010).

Resultados semelhantes foram encontrados por Oliveira *et al.* (2018), que ao avaliarem o condicionamento fisiológico em sementes de milho submetidas a estresse hídrico, observaram incrementos marcantes na velocidade de germinação e emergência, mesmo quando a porcentagem final não divergiu significativamente. Esse ganho de velocidade ocorre porque o hidrocondicionamento permite que a semente complete a 'Fase I' e a 'Fase II' do processo de embebição de forma controlada; ao ir para o solo, as

sementes iniciam quase imediatamente a 'Fase III' (elongação celular e protrusão da radícula), reduzindo consideravelmente o tempo médio de emergência das plântulas (Jisha *et al.*, 2012).

5.3 Altura da parte aérea

Observou-se diferença significativa entre os tratamentos para a variável altura da parte aérea das plântulas de milho (Tabela 4). Embora os maiores valores tenham sido obtidos nos tratamentos conduzidos sob 100% da capacidade de campo, o efeito do hidropriming foi mais evidente sob condições de restrição hídrica. Em 50% da capacidade de campo, as plântulas oriundas de sementes submetidas ao hidropriming apresentaram altura média de 21,10 cm, valor superior ao observado no tratamento sem hidropriming (16,28 cm). De forma semelhante, sob 25% da capacidade de campo, o hidropriming proporcionou incremento no crescimento da parte aérea, com altura média de 14,69 cm, enquanto o tratamento sem condicionamento fisiológico apresentou apenas 9,31 cm.

Tabela 4. Valores médios da altura da parte aérea (cm) de plântulas de milho submetidas ao hidropriming sob diferentes níveis de disponibilidade hídrica, em Goiânia, GO, 2026.

Tratamentos	Altura da parte aérea (cm)
T4 – Com hidropriming + 100% CC	26,25 a
T1 – Sem hidropriming + 100% CC	23,81 a
T5 – Com hidropriming + 50% CC	21,10 a
T2 – Sem hidropriming + 50% CC	16,28 b
T6 – Com hidropriming + 25% CC	14,69 b
T3 – Sem hidropriming + 25% CC	9,31 c

Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

Esses resultados indicam que o hidropriming contribuiu para atenuar os efeitos da restrição hídrica sobre o crescimento inicial das plântulas, favorecendo o estabelecimento da cultura mesmo sob condições de menor disponibilidade de água. Esse resultado possui elevada relevância para sistemas de produção de milho safrinha, nos quais a redução das precipitações ao longo do ciclo frequentemente expõe as plantas a condições de déficit hídrico logo após a semeadura.

O déficit hídrico reduz a pressão de turgor celular, comprometendo a expansão e a divisão celular e, consequentemente, limitando o crescimento da parte aérea (Taiz *et al.*, 2017). Nesse contexto, o melhor desempenho das plântulas provenientes de sementes submetidas ao hidropriming pode estar relacionado à ativação antecipada de processos metabólicos associados à germinação, favorecendo a mobilização de reservas e o crescimento inicial. Segundo Farooq *et al.* (2009), o condicionamento fisiológico promove maior atividade de enzimas hidrolíticas, como a α -amilase, aumentando a disponibilidade de carboidratos solúveis para o desenvolvimento das plântulas, mesmo sob condições de restrição hídrica.

5.4 Comprimento radicular

Os maiores comprimentos radiculares foram observados nos tratamentos submetidos a 100% e 50% da capacidade de campo, enquanto os menores valores ocorreram sob 25% da capacidade de campo (Tabela 5). Em condições de restrição hídrica, mais próximas da realidade do milho safrinha, verificou-se tendência de maior crescimento radicular nas plântulas provenientes de sementes submetidas ao hidropriming. Sob 50% da capacidade de campo, os valores foram de 25,93 cm e 20,40 cm para os tratamentos com e sem hidropriming, respectivamente. Já sob 25% da capacidade de campo, os comprimentos radiculares observados foram de 15,43 cm e 12,47 cm. Embora essas diferenças não tenham sido detectadas estatisticamente, os resultados sugerem efeito positivo do condicionamento fisiológico sobre o desenvolvimento inicial do sistema radicular.

Tabela 5. Valores médios do comprimento radicular (cm) de plântulas de milho submetidas ao hidropriming sob diferentes níveis de disponibilidade hídrica, em Goiânia, GO, 2026.

Tratamentos	Comprimento radicular (cm)
T4 – Com hidropriming + 100% CC	28,43 a
T5 – Com hidropriming + 50% CC	25,93 a
T1 – Sem hidropriming + 100% CC	23,37 a
T2 – Sem hidropriming + 50% CC	20,40 a
T6 – Com hidropriming + 25% CC	15,43 b
T3 – Sem hidropriming + 25% CC	12,47 b

Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

O desenvolvimento radicular possui elevada importância agronômica, especialmente em condições de semeadura sob baixa ou irregular disponibilidade hídrica, como frequentemente ocorre nos cultivos de milho safrinha. Raízes mais desenvolvidas favorecem a exploração de um maior volume de solo e aumentam a capacidade de absorção de água e nutrientes pelas plântulas. Além disso, sistemas radiculares mais extensos permitem o acesso à água armazenada em camadas mais profundas do perfil do solo, contribuindo para a tolerância das plantas ao estresse hídrico (Kapoor *et al.*, 2020). Resultados semelhantes foram relatados por Ghassemi-Golezani *et al.* (2008), que observaram maior crescimento radicular em plântulas provenientes de sementes submetidas ao condicionamento fisiológico, associando esse efeito à emergência mais rápida e ao estabelecimento precoce das plantas.

Embora o alongamento radicular seja considerado um importante mecanismo adaptativo ao déficit hídrico, esse comportamento tende a ocorrer principalmente sob condições de estresse moderado. Sob restrição hídrica severa (25% da capacidade de campo), a redução do comprimento radicular observada neste estudo pode estar relacionada à diminuição da pressão de turgor celular e ao aumento da resistência mecânica do solo, fatores que limitam a divisão e a elongação celular na região de crescimento das raízes (Taiz *et al.*, 2017). Dessa forma, a intensidade do estresse hídrico pode superar a capacidade de adaptação das plântulas, comprometendo o desenvolvimento do sistema radicular.

5.5 Massa seca total

A massa seca total das plântulas apresentou diferença significativa entre os tratamentos, sendo observados maiores valores nos tratamentos submetidos ao hidropriming sob 100% (2,77 g) e 50% (2,39 g) da capacidade de campo (Tabela 6).

Os tratamentos sem hidropriming sob 100% e 50% da capacidade de campo apresentaram valores intermediários, enquanto os menores acúmulos de massa seca foram observados nos tratamentos submetidos à condição de 25% da capacidade de campo, independentemente da realização do hidropriming.

Os resultados evidenciam que o hidropriming contribuiu para maior acúmulo de biomassa nas fases iniciais de desenvolvimento das plântulas de milho, indicando maior eficiência fisiológica e melhor aproveitamento das condições hídricas disponíveis. Além disso,

a redução da massa seca sob maior restrição hídrica demonstra o impacto negativo do déficit hídrico sobre o crescimento inicial da cultura (Ashraf; Foolad, 2005; Taiz *et al.*, 2017).

Tabela 6. Valores médios da massa seca total (g) de plântulas de milho submetidas ao hidropriming sob diferentes níveis de disponibilidade hídrica, em Goiânia, GO, 2026.

Tratamentos	Massa seca total (g)
T4 – Com hidropriming + 100% CC	2,77 a
T5 – Com hidropriming + 50% CC	2,39 a
T1 – Sem hidropriming + 100% CC	2,00 b
T2 – Sem hidropriming + 50% CC	1,81 b
T6 – Com hidropriming + 25% CC	1,41 c
T3 – Sem hidropriming + 25% CC	1,40 c

Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

O acúmulo de massa seca é o reflexo integrado do vigor e do metabolismo da plântula. O fato do tratamento T5 Com hidropriming + 50% CC ter gerado mais biomassa que o T1 Sem hidropriming + 100% CC é um forte indicativo do efeito protetor da técnica. Pesquisas indicam que o *priming* eleva os níveis de antioxidantes (como superóxido dismutase - SOD e catalase - CAT) nas plântulas, o que minimiza a peroxidação lipídica e o estresse oxidativo causados pela falta de água (Ashraf; Foolad, 2005). Consequentemente, o maquinário fotossintético da plântula opera com maior eficiência energética, convertendo melhor as reservas em tecidos estruturais (massa seca).

6 CONCLUSÕES

- O hidropriming favoreceu o desempenho fisiológico inicial das sementes de milho, promovendo maior velocidade de emergência e maior vigor das plântulas;
- A germinação final não foi influenciada pelos tratamentos, indicando que o hidropriming atuou principalmente sobre o vigor das sementes;
- O condicionamento fisiológico proporcionou maiores valores de índice de velocidade de emergência, altura da parte aérea, comprimento radicular e massa seca total, com destaque para as condições de restrição hídrica moderada;

- A redução da disponibilidade hídrica comprometeu o crescimento inicial das plântulas, evidenciando a importância da água para o estabelecimento da cultura;
- Os resultados indicam que o hidropriming apresenta potencial para favorecer o estabelecimento inicial do milho em condições de déficit hídrico, especialmente em sistemas de produção de safrinha;
- Estudos futuros devem avaliar os efeitos da técnica sobre a produtividade da cultura, bem como sua viabilidade operacional e econômica em condições de campo.

REFERÊNCIAS

ASHRAF, M.; FOOLAD, M. R. Pre-sowing seed treatment - a shotgun approach to improve germination, plant growth, and crop yield under saline and non-saline conditions. *Advances in Agronomy*, v. 88, p. 223-271, 2005.

BATISTA, T. B.; NASCENTE, A. S.; FILIPPI, M. C. de; JESUS, S. de. Condicionamento fisiológico de sementes de milho: efeitos na germinação e no desenvolvimento inicial sob estresse hídrico. *Revista Brasileira de Milho e Sorgo*, v. 15, n. 3, p. 412-423, 2016.

BERGAMASCHI, H.; DALMAGO, G. A.; PIRES, J. L.; FERREIRA, F. R.; ARAUJO, M. C. de; BIANCHI, C. A. M. Déficit hídrico e rendimento de grãos no milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 39, n. 3, p. 245-253, mar. 2004.

BEWLEY, J. D.; BRADFORD, K. J.; HILHORST, H. W. M.; NONOGAKI, H. **Seeds: Physiology of Development, Germination and Dormancy**. 3. ed. New York: Springer, 2013.

BRANCALION, P. H. S.; NOVENBRE, A. D. L. C.; RODRIGUES, R. R. Temperatura ótima de germinação de sementes de espécies arbóreas pioneiras e o sucesso do estabelecimento de plântulas em clareiras. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 32, n. 4, p. 19-24, 2010.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Secretaria de Defesa Agropecuária. Brasília, DF: MAPA/ACS, 2009. 395 p.

CASEIRO, R. F.; BENNETT, M. V.; CICERO, S. M.; MARCOS-FILHO, J. Condicionamento fisiológico de sementes de cebola: efeitos sobre a germinação e vigor sob condições adversas. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 26, n. 2, p. 114-122, 2004.

CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 5. ed. Jaboticabal: FUNEP, 2012. 590 p.

CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos**. Brasília, 2023.

CONAB. **Acompanhamento da Safra Brasileira de Grãos – Safra 2024/25**. Brasília: Companhia Nacional de Abastecimento, 2025.

CRUZ, C. D. GENES: a software package for analysis in experimental statistics and quantitative genetics. **Acta Scientiarum. Agronomy**, Maringá, v. 38, n. 4, p. 547–552, 2016.

EMBRAPA. **Sistema de produção de milho safrinha**. Brasília: Embrapa, 2021.

EMBRAPA. **Milho safrinha: produtividade e estabilidade**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2020. (Documentos, 252).

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Produção Agrícola Municipal**. Rio de Janeiro, 2023.

FANCELLI, A. L.; DOURADO NETO, D. **Milho: estratégias de manejo**. Piracicaba: LPASS/ESALQ, 2004.

FANCELLI, A. L.; DOURADO NETO, D. **Produção de milho**. Piracicaba: Agropecuária, 2000. 360 p.

FAROOQ, M.; WAHID, A.; KOBAYASHI, N.; FUJITA, D.; BASRA, S. M. A. Plant drought stress: effects, mechanisms and management. **Agronomy for Sustainable Development**, v. 29, n. 1, p. 185-212, 2009.

FAROOQ, M.; BASRA, S. M. A.; AFZAL, I.; FUJITA, D. Seed priming to improve germination and determination of vigor gradient in managed and natural seed lots. **Seed Science and Technology**, v. 34, n. 2, p. 265-271, 2006.

GHASSEMI-GOLEZANI, K.; ALILOO, A. A.; VALIZADEH, M.; MOGHADDAM, M. Effects of hydro and osmo-priming on seed germination and field emergence of lentil (*Lens culinaris* Medik). **Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca**, v. 36, n. 1, p. 29-33, 2008.

HARRIS, D.; RASHID, A.; MIRAJ, G.; ARIF, M.; SHAH, H. On-farm seed priming to accelerate germination in dryland agriculture. **Experimental Agriculture**, v. 37, n. 3, p. 403-414, 2001.

HEYDECKER, W.; COOLBEAR, P. Seed treatments for improved performance: survey and attempted prognosis. **Seed Science and Technology**, v. 5, n. 2, p. 353-425, 1977.

IBGE. **Produção Agrícola Municipal**. Rio de Janeiro: IBGE, 2023.

ISTA - International Seed Testing Association. **International rules for seed testing**. Bassersdorf, CH: ISTA, 2023.

JISHA, K. C.; VIJAYAKUMARI, K.; PUTHUR, J. T. Seed priming for abiotic stress tolerance: an overview. **Acta Physiologiae Plantarum**, v. 35, n. 5, p. 1381-1396, 2012.

KAPOOR, D.; BHARDWAJ, S.; LANDI, M.; SHARMA, A.; RAMAKRISHNAN, M.; SHARMA, A. The impact of drought in plants: their characteristics and biochemical mechanisms. **Biomedicines**, v. 8, n. 12, p. 566, 2020.

MAGALHÃES, P. C.; DURÃES, F. O. M. **Ecofisiologia da produção de milho**. Embrapa Milho e Sorgo, Circular Técnica, 2006.

MAGUIRE, J. D. Speed of germination-aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. **Crop Science**, v. 2, n. 2, p. 176-177, 1962.

MARCOS-FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. 2. ed. Londrina: ABRATES, 2015.

NAKAGAWA, J. Testes de vigor baseados no desempenho de plântulas. In: KRZYZANOWSKI, F. C.; VIEIRA, R. D.; FRANÇA-NETO, J. B. *Vigor de sementes: conceitos e testes*. Londrina: ABRATES, 1999.

NONOGAKI, H.; BASSEL, G. W.; BEWLEY, J. D. Germination—Still a mystery. **Plant Science**, v. 179, n. 6, p. 574-581, 2010.

OLIVEIRA, C. E. S.; OLIVEIRA, S. R. S.; JÚNIOR, M. P. S.; REGO, E. R. F.; SOARES, G. C. Condicionamento fisiológico de sementes de milho sob estresse hídrico. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 41, n. 4, p. 1011-1020, 2018.

PAPARELLA, S.; ARAÚJO, S. S.; ROSSI, G.; WIJAYASINGHE, M.; CARBONERA, D.; BALESTRAZZI, A. Seed priming: state of the art and new perspectives. **Plant Cell Reports**, v. 34, n. 8, p. 1281-1293, 2015.

PESKE, S. T.; VILLELA, F. A.; MENEGHELLO, G. E. **Sementes: fundamentos científicos e tecnológicos**. 4. ed. Pelotas: Editora e Gráfica Universitária PREC-UFPel, 2019. 544 p.

SANGOI, L.; SILVA, P. R. F.; ARGENTA, G.; SOUZA, M. A.; SILVA, V.; SOUZA, J. L.; SCHMITT, A. Desuniformidade temporal de emergência e seus efeitos sobre o rendimento de grãos de milho. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 9, n. 1, p. 13-30, 2010.

SOUZA, C. C.; OLIVEIRA, F. A.; SILVA, I. F.; AMORIM NETO, M. S. Avaliação de métodos de determinação de água disponível e manejo da irrigação em terra roxa sob cultivo de algodoeiro herbáceo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 4, n. 3, p. 338-342, 2000.

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

VIEIRA, R. D.; KRZYZANOWSKI, F. C. Teste de vigor em sementes. In: **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999.

USDA – United States Department of Agriculture. **World Agricultural Production**. 2023.

APÊNDICE



PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE GOIÁS
PRÓ-REITORIA DE GRADUAÇÃO

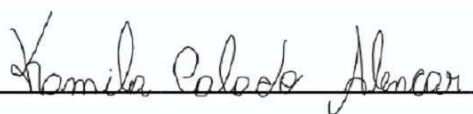
Av. Universitária, 1069 • Setor Universitário
Caixa Postal 86 • CEP 74605-010
Goiânia • Goiás • Brasil
Fone: (62) 3946.1021 | Fax: (62) 3946.1397
www.pucgoias.edu.br | prograd@pucgoias.edu.br

RESOLUÇÃO nº 038/2020 – CEPE ANEXO I APÊNDICE ao TCC

Termo de Autorização de Publicação de Produção Acadêmica

A estudante Kamila Calado Alencar, do Curso de Graduação em **AGRONOMIA**, matrícula: 20211012900661, telefone: 62 994577645, e-mail: kamilacaladoalencar@gmail.com, na qualidade de titular dos direitos autorais, em consonância com a Lei nº 9.610/98 (Lei dos Direitos do Autor), autoriza a Pontifícia Universidade Católica de Goiás (PUC-Goiás) a disponibilizar o Trabalho de Conclusão de Curso intitulado **EFEITO DO HIDROPRIMING NA GERMINAÇÃO E NO DESENVOLVIMENTO INICIAL DE PLÂNTULAS DE MILHO (*Zea mays* L.) SOB DIFERENTES DISPONIBILIDADES HÍDRICAS**, gratuitamente, sem ressarcimentos dos direitos autorais por 5 (cinco) anos, conforme permissões do documento, em meio eletrônico, na rede mundial de computadores, no formato , no formato especificado (Texto (PDF); Imagem (GIF ou JPEG); Som (WAVE, MPEG, AIFF, SND); Vídeo (MPEG, MWV, AVI, QT); outros, específicos da área; para fins de leitura e/ou impressão pela internet, a título de divulgação da produção científica gerada nos cursos de graduação da PUC Goiás.

Goiânia, 13 de junho de 2026

Assinatura Autor _____  _____

Nome Completo Autor: Kamila Calado Alencar

Documento assinado digitalmente
 **ROBERTA PAULA DE JESUS**
Data: 23/06/2026 15:58:40-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Assinatura do Professor-Orientador _____

Nome Completo do Professor-Orientador: Dra Roberta Paula de Jesus