

**CENTRO UNIVERSITÁRIO DE ANÁPOLIS – UniEVANGÉLICA  
CURSO DE AGRONOMIA**

**EFEITOS DE REGULADORES DE CRESCIMENTO NA  
GERMINAÇÃO DE MILHO: ABORDAGEM BIBLIOGRÁFICA**

**Lucas Olimpio de Albuquerque**

**ANÁPOLIS-GO  
2020**

**LUCAS OLIMPIO DE ALBUQUERQUE**

**EFEITOS DE REGULADORES DE CRESCIMENTO NA  
GERMINAÇÃO DE MILHO: ABORDAGEM BIBLIOGRÁFICA**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Centro Universitário de Anápolis-UniEVANGÉLICA, para obtenção do título de Bacharel em Agronomia.

**Área de concentração:** Fisiologia vegetal

**Orientadora:** Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Josana de Castro Peixoto

**ANÁPOLIS-GO  
2020**

Albuquerque, Lucas Olimpio

Efeitos de reguladores de crescimento na germinação de milho: Abordagem bibliográfica / Lucas Olimpio de Albuquerque. – Anápolis: Centro Universitário de Anápolis – UniEVANGÉLICA, 2020.

34 páginas.

Orientadora: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Josana de Castro Peixoto

Trabalho de Conclusão de Curso – Curso de Agronomia – Centro Universitário de Anápolis – UniEVANGÉLICA, 2020.

1. Fitorreguladores 2. Produção 3. Fitotecnia I. Lucas Olimpio de Albuquerque. II. Efeito de reguladores de crescimento na germinação de milho: Abordagem bibliográfica.

CDU 504

**LUCAS OLIMPIO DE ALBUQUERQUE**

**EFEITOS DE REGULADORES DE CRESCIMENTO NA  
GERMINAÇÃO DE MILHO: ABORDAGEM BIBLIOGRÁFICA**

Monografia apresentada ao Centro  
Universitário de Anápolis –  
UniEVANGÉLICA, para obtenção do título de  
Bacharel em Agronomia.

**Área de concentração:** Fisiologia vegetal

Aprovada em 19/06/2020

Banca examinadora

---

Prof.<sup>a</sup>. Dr.<sup>a</sup>. Josana de Castro Peixoto  
UniEvangélica  
Presidente

---

Prof.<sup>a</sup>. Dr.<sup>a</sup>. Cláudia Fabiana Alves Rezende  
UniEvangélica

---

Prof. Dr. João Mauricio Fernandes Souza  
UniEvangélica

À Deus, por ser meu maior guia, à minha mãe Maria Paula e ao meu pai Sebastião que me apoiaram e incentivaram em todos os momentos, à minha tia Maria Santa, aos meus irmãos, aos meus amigos e a todos familiares que de certa forma, direta ou indiretamente, me apoiaram na realização desse sonho.....

Dedico.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, por ter me proporcionado saúde e sabedoria para superar as dificuldades e atingir meu objetivo.

Aos meus pais Maria Paula e Sebastião, pelo apoio, atenção e compreensão nos momentos difíceis. À minha tia Maria Santa, aos meus irmãos, aos meus familiares, aos meus amigos, companheiros de faculdade que de certa forma, contribuíram com uma palavra de apoio e motivação para a conclusão deste trabalho, fizeram parte da minha formação e que vou levar, com certeza, para minha vida inteira.

À UniEVANGÉLICA, pelo apoio com sua ótima estrutura e docentes competentes por contribuírem na minha formação acadêmica e profissional. Ao corpo docente do Curso de Agronomia, em especial à minha orientadora Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Josana de Castro Peixoto pelo suporte, correção e incentivos sempre durante minha trajetória. Graças ao incentivo recebido ao longo desses anos hoje posso celebrar esse momento ímpar na minha vida: a minha formatura.

“Porque desde a antiguidade não se ouviu, nem com ouvidos se percebeu, nem com os olhos se viu um Deus além de ti que trabalha para aquele que nele espera”.

Isaías 64:4

## SUMÁRIO

<b>RESUMO</b> .....	<b>vii</b>
<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	<b>8</b>
<b>2. REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	<b>10</b>
2.1. MILHO.....	<b>10</b>
2.2. SEMENTES.....	<b>10</b>
2.3. QUALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE MILHO.....	<b>11</b>
2.4. ENZIMAS HIDROLÍTICAS ( $\alpha$ - e $\beta$ -AMILASE.....	<b>13</b>
2.5. HORMÔNIOS VEGETAIS.....	<b>14</b>
2.5.1 Giberelina.....	<b>15</b>
<b>3. MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	<b>17</b>
<b>4. RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	<b>19</b>
<b>5. CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	<b>25</b>
<b>6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	<b>26</b>

## RESUMO

Os reguladores de crescimento exercem importante papel na germinação, por auxiliarem na regulação da expressão gênica no processo de reativação do metabolismo das sementes. O presente trabalho tem como objetivo avaliar os efeitos dos reguladores de crescimento na germinação de sementes de milho utilizando dados da literatura científica. O trabalho foi conduzido por meio de pesquisa bibliográfica sendo coletados dados de artigos científicos, dissertações e teses, no período de fevereiro à maio de 2020 com as seguintes palavras chave: milho \*efeito de reguladores de crescimento\*, milho \*sementes\*, milho \*giberelina\*. O asterisco (\*) foi utilizado nas pesquisas afim de se obter maior amplitude nas buscas. Foram desconsideradas citações e patentes das pesquisas, levando em consideração apenas trabalhos disponíveis na internet. Tais referências encontram-se disponíveis em diversos Portais ou Bibliotecas Digitais, desenvolvidos por Universidades de vários Estados do Brasil, como também internacionais, com acesso ao texto completo, artigos de periódicos científicos disponíveis em texto completo nos sites de suas próprias editoras e outras informações de interesse. Para isso, utilizou-se sites de buscas como o Google Acadêmico entre outros sites disponíveis para o acesso a rede. Também foram utilizadas as principais bases de dados na área de ciências agrárias e que possuem acesso livre como: AGROBASE: Base Bibliográfica da Agricultura Brasileira; Banco de Teses da CAPES; Bases de Dados de Pesquisa Agropecuária Brasileira EMBRAPA(BDPA); Biblioteca Digital de Teses e Dissertações (BDTD); Bioline Internacional; Directory of Open Access Journals (DOAJ); Directory of Open Access Books (DOAB); SciELO.ORG. A análise das pesquisas científicas aponta a aplicação do GA<sup>3</sup> promove melhor germinação e maior número de plântulas emergidas na primeira contagem da germinação, maior massa de matéria fresca da parte aérea na primeira contagem e melhor uniformidade das plântulas emergidas em areia. Indicando um efeito favorável do GA<sup>3</sup> na velocidade e na porcentagem de germinação, com consequente reflexo na qualidade das plântulas de milho.

**Palavras-chave:** Fitorreguladores; Produção; Giberelina.

## 1. INTRODUÇÃO

O Brasil encontra-se como 3º maior produtor mundial de milho e 2º maior exportador, possui consumo doméstico do cereal elevado, levando-se em consideração que é um dos principais produtores mundiais de proteína animal (CONAB, 2018). Para suprir às demandas do mercado de grãos na safra 2018/19, a área plantada de milho foi de aproximadamente 18,5 milhões de ha, com uma produção de aproximadamente 563.000 toneladas de sementes, com taxa de utilização de 92% (ABRASEM, 2018).

Entre os principais fatores para se garantir uma boa produtividade da cultura estão a germinação e o vigor das sementes. A adoção de técnicas que façam com que esses fatores melhorem é fundamental para o aumento do potencial de desempenho das sementes e, conseqüentemente, a uniformidade das plantas em condições de campo (ARAGÃO et al., 2001).

No milho, as  $\alpha$ - e  $\beta$ -amilases são importantes devido às sementes de milho apresentarem 70% do peso total dos grãos em amido, sua principal substância de reserva (WU et al., 2009). Durante o processo de germinação das sementes, as reservas insolúveis com alto peso molecular são degradadas e convertidas em formas solúveis, que são transportadas rapidamente para o tecido para crescimento e uso em reações de síntese ou produção de energia (OLIVEIRA et al., 2013). Segundo Bewley et al. (2013), modificações metabólicas durante a germinação são resultados da atividade de muitas enzimas, incluindo as  $\alpha$  e  $\beta$ -amilases.

A importância da atividade da amilase, em cereais, é fornecer energia e esqueleto carbônico para o desenvolvimento do embrião, através da quebra do amido (FARIA et al., 2003). A enzima  $\alpha$ -amilase desempenha, entre as enzimas amilolíticas ativas presentes na germinação um papel fundamental na hidrólise do amido, sendo responsável por 90% da atividade amilolítica em sementes de milho (JOSE et al., 2004).

As  $\alpha$ - e  $\beta$ -amilases possuem envolvimento nos principais sistemas de degradação do amido (VIEIRA et al., 2008). De acordo com Santos et al. (2010), identificar picos na atividade da amilase durante a germinação é fundamental, visto que a atividade da amilase pode ser detectada durante o início da germinação das sementes e seu papel principal é fornecer substrato para uso em mudas até que elas se tornem eficientes fotossinteticamente.

Técnicas que influem melhoria na qualidade fisiológica das sementes são relevantes para o aumento do potencial de desempenho das mesmas e, conseqüentemente, a

uniformidade das plantas em condições de campo. Técnicas como a embebição de sementes em solução com substâncias promotoras de crescimento são conhecidas há vários anos, podendo ser utilizadas com sucesso em sementes de melancia (ARAGÃO et al., 2006).

Campos et al. (2015) estudaram a combinação de doses de ácido giberélico e a escarificação mecânica em tratamento pré-germinativo de biriba (*Rollinia deliciosa*). E observaram um aumento significativo das variáveis germinativas e de crescimento inicial quando a escarificação física é usada associadamente com doses crescentes de GA<sup>3</sup> até 1000 mg L<sup>-1</sup>.

O embrião, durante o processo de germinação, produz e secreta giberelina natural para o endosperma. Tais hormônios irão induzir o desenvolvimento de enzimas hidrolíticas, como a  $\alpha$ -amilase e  $\beta$ -amilase na camada de aleurona, causando a degradação do endosperma sintetizado localmente reservas (OLIVEIRA et al., 2013).

As giberelinas estão presentes na regulação da mobilização de reservas, no entanto, pode ocorrer após a embebição das sementes germinação e crescimento de mudas, tornando necessária a secagem das sementes para sensibilizar a camada de aleurona ao ácido giberélico e ativação da síntese de  $\alpha$ -amilase (ROSA et al., 2000; OLIVEIRA et al., 2013). No decorrer da germinação das sementes, as giberelinas são sintetizadas no embrião e secretadas na camada de aleurona (LOVEGROVE; HOOLEY, 2000; CHEN et al., 2013).

Aragão et al. (2003) encontraram as maiores taxas de germinação e vigor no milho sementes com maior atividade de  $\alpha$ -amilase. Ferreira et al. (2007) também observaram maior eficiência bioestimulante em sementes de milho com maior atividade de  $\alpha$ -amilase.

Desta forma, o presente trabalho tem como objetivo avaliar os efeitos dos reguladores de crescimento na germinação de sementes de milho utilizando dados da literatura científica.

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1. MILHO

O milho (*Zea mays L.*) é uma planta pertencente à família Poaceae. Seu caráter monóico e a sua morfologia característica resultam da supressão, condensação e multiplicação de várias partes da anatomia básica das gramíneas (MAGALHÃES et al., 2002).

Segundo MARCHI(2008), o centro de origem do milho é nas Américas, especificamente no México, América Central ou Sudoeste dos Estados Unidos e está no cenário comercial como uma das plantas de maior eficiência. Sua produção vem enfrentando alta ano após ano, alavancada pelos setores de suinocultura e avicultura, utilizando o produto in natura ou processado em rações destinadas à alimentação animal.

Provavelmente, o milho é a mais importante planta comercial com origem nas Américas, sua importância econômica é caracterizada por suas várias formas de utilização, indo desde a alimentação animal até a indústria de alta tecnologia. De fato, o uso do milho em grão como alimentação animal representa a maior parte do consumo desse cereal, ou seja, cerca de 70% no mundo. Nos Estados Unidos, cerca de 50% é destinado a esse fim, enquanto que no Brasil varia de 60% a 80%, variando conforme a fonte da estimativa e de ano para ano (MAGALHÃES et al., 2002).

Ainda que não tenha uma participação muito grande no uso de milho em grão, a alimentação humana, com derivados de milho, representa fator importante de uso desse cereal em regiões de baixa renda. Em muitas situações, o milho constitui a ração diária de alimentação. Tendo como exemplo, no Nordeste do Brasil, o milho é a fonte de energia para muitas pessoas que vivem no Semi-Árido; outro exemplo está na população mexicana, que tem o milho como ingrediente básico para sua culinária (DUARTE et al., 2008).

Por influência das boas cotações do cereal, com crescimento da área semeada de 3,4%, atingindo 4,25 milhões ha, e a produção estimada em 26,1 milhões t, 1,6% superior a 2018/19. Relativamente à segunda safra, a semeadura iniciada em janeiro vem acontecendo de acordo com o avanço da colheita da soja. Espera-se um incremento expressivo na área, tendo em vista sua rentabilidade atual e às condições climáticas favoráveis. É estimada uma produção total do milho primeira e segunda safras de 100,5 milhões de toneladas, 0,4% acima da safra passada (CONAB, 2020).

## 2.2. SEMENTES

Pode-se considerar a semente como um óvulo maduro, possuindo em seu interior uma planta embrionária, substâncias de reserva (às vezes ausentes), ambas abrigadas por um ou dois envoltórios (casca). As sementes apresentam basicamente uma estrutura única que participa da disseminação, proteção e reprodução das espécies. A semente do milho está vinculada à parede do fruto. O endosperma entende como grande parte do conteúdo do grão. Este endosperma possui uma região mais externa à camada de aleurona e uma camada amilácea. As células da camada de aleurona contêm proteínas e gorduras, mas pouco ou nenhum amido. As células possuem, além do amido, grânulos de proteína e de carboidratos. As células externas do esculeto (cotilédone maciço) formam enzimas que dirigem os alimentos armazenados no endosperma. O coleóptilo pode manter-se durante os primeiros dias de germinação da semente, sendo rompida em seguida, para dar passagem às folhas novas (LIMA et al., 2006).

A semente desempenha um papel indispensável como insumo na cadeia agrícola, além de se apresentar com um imenso potencial para o aumento quantitativo e qualitativo de produtividade. Assim, a utilização de sementes de alta qualidade é um fator preponderante para o sucesso da cultura do milho (PERES, 2010).

Associado a esse fator estão às boas práticas de manejo (HUTH et al., 2012). Entre as práticas utilizadas para aumentar o desempenho das sementes, cita-se o tratamento das mesmas, principalmente de espécies de alto valor, como no caso de híbridos de milho. A adoção dessa prática assegura a proteção da cultura durante as fases iniciais do ciclo. Podendo ser adquiridas algumas vantagens com a aplicação de vários produtos às sementes, tais como: fungicidas, inseticidas, micronutrientes e estimulantes de crescimento ou biorreguladores vegetais (HUTH et al., 2012).

## 2.3. QUALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE MILHO

Para o sucesso em estabelecimento de culturas e obtenção de altos rendimentos em milho são fundamentais sementes de alta qualidade (ABRASEM, 2014). Algumas pesquisas indicaram que a qualidade fisiológica das sementes de milho sofre influência não apenas por fatores ambientais, mas também pelo genótipo e suas interações com o meio ambiente (LOPES et al., 2017). Vários autores como Rood et al. (1990), Causse et al. (1995), Gomes et

al. (2000), José et al. (2004), Hoecker et al. (2006) e Reis et al. (2011) associam qualidade à influência de heterose ou vigor híbrido na germinação de sementes. Na maioria destes estudos, verificou-se que as plantas híbridas tinham mais sistemas enzimáticos eficientes quando comparadas com outras linhagens. Oliveira et al. (2015) verificaram maior expressão de enzimas amilase em sementes híbridas, apresentando heterose no que diz respeito à expressão destas enzimas. Explicando, assim, o maior vigor de sementes híbridas (OLIVEIRA et al., 2013).

Em estudos bioquímicos Paleg citado por Lopes (2017), utilizando síntese de  $\alpha$ -amilase e subsequente hidrólise das reservas de sementes, percebeu uma relação direta entre síntese de giberelina e heterose do milho. De acordo com Rood et al. (1990) e Oliveira et al. (2013), linhagens de milho são menos vigorosas que seus híbridos descendentes, em parte devido a deficiência de giberelina. Os autores encontraram também correlação positiva entre teor de giberelina e taxa de crescimento de plântulas, área foliar e altura das plantas de milho. Os autores relataram também que uma das causas da depressão da endogamia é a deficiência de giberelina.

Tem sido relatada a expressão da heterose na qualidade das sementes (GOMES et al., 2000). Vieira et al. (2002) verificaram aumento na concentração de  $\alpha$ -amilase em sementes de arroz embebidas em água e em solução de giberelina, sendo que quanto maior o tempo de embebição em água e em soluções de concentrações crescentes de giberelina, maior foi a quantidade de  $\alpha$ -amilase encontrada nas sementes. De acordo com Oliveira et al. (2013) e Carvalho; Nakagawa (2012), muitos estudos têm sido desenvolvidos para detectar as várias reações metabólicas envolvendo a síntese e degradação de moléculas durante o desenvolvimento, germinação e a deterioração da semente de milho.

É afirmado pelos autores que durante a fase de maturação das sementes, a análise da acumulação do material de reserva através de marcadores moleculares pode permitir a avaliação da qualidade das sementes e que a atividade da  $\alpha$ -amilase tem sido usada como marcador de tolerância à dessecação em sementes de milho. Este resultado está em conformidade com o de José et al. (2004), em que os perfis isoenzimáticos para a  $\alpha$ -amilase apresentaram maior largura de banda para linhagem e sementes híbridas tolerantes a altas temperaturas de secagem. Andrade et al. (2013) também encontraram expressão destas enzimas em relação à resistência ao calor nas sementes de milho. Biazus et al. (2006) comprovaram que as amilases funcionam na faixa de temperatura ideal de 25° C a 30 ° C.

A qualidade fisiológica das sementes sofre influência do genótipo, ambiente e das interações que ocorrem. (JOSÉ et al., 2004; MEYER et al., 2012; ANDRADE, 2015), e outro componente importante é a avaliação do genótipo no processo de seleção de sementes em programas de melhoramento. Entretanto, os programas de melhoramento não possuem critérios para avaliar a qualidade das sementes durante o processo de seleção e, diante disso, disponha de ensaios para registro de características fisiológicas para novas cultivares (LOPES et al., 2017).

Podendo, a qualidade fisiológica ser avaliada por meio de germinação e análises de vigor, do mesmo modo que pela análise de transcritos de genes e proteínas conhecidas por estarem associadas à qualidade (LOPES et al., 2017). Segundo Leymarie et al. (2011), o maior grupo de genes que estão diretamente relacionados à qualidade das sementes de milho são aqueles que codificam amilases. Entretanto, outros genes como aqueles relacionados à tolerância à dessecação, respiração, enzimas e sequestradores também podem estar relacionados a qualidade fisiológica (ANDRADE, 2015).

#### 2.4. ENZIMAS HIDROLÍTICAS ( $\alpha$ - e $\beta$ - AMILASE)

A enzima  $\beta$ -amilase é uma hidrólise de  $\alpha$ -1,4-D-glucana malto. Que catalisa a liberação de maltose e dextrinas das extremidades não redutoras do amido. A  $\beta$ -amilase é sintetizada durante o processo de desenvolvimento das sementes (MASON-GAMER, 2005). A  $\beta$ -amilase em sementes secas é encontrada em duas formas: uma forma livre e ativa; e uma forma menos ativa representando aproximadamente 75% da  $\beta$ -amilase total. A  $\beta$ -amilase liberada ativamente durante a germinação é acompanhada por acúmulo de suas isoformas (SOPANEN; LAURIÈRE, 1989; OLIVEIRA et al., 2013).

A enzima  $\alpha$ -amilase é importante na hidrólise do amido, respondendo por 90% da atividade amilolítica em sementes de milho (LI et al., 2007). Coordena a conversão de amido em açúcares utilizados para o crescimento embrionário (HENNING et al., 2010). As  $\alpha$ -amilases compõem uma família endoamilase que catalisam a hidrólise do  $\alpha$ -1,4 glicosídico ligações no amido, glicogênio e outros carboidratos (FRANCO et al., 2002).

A síntese desta enzima ocorre em resposta a sinais produzidos pelo embrião (ARAGÃO et al., 2001). Estudos no desenvolvimento e regulação hormonal da expressão gênica revelou que os resultados da indução da  $\alpha$ -amilase na síntese denovo, acompanhada por um pronunciado aumento no mRNA para a fabricação de proteínas. Nos cereais, a

resposta dessa indução é positiva às giberelinas e negativa ao ácido abscísico (LOPES et al., 2017).

Segundo Oliveira et al. (2013), a enzima amilase é mais expressiva em sementes de milho embebidas. Vieira et al. (2002) também observaram um aumento na atividade da  $\alpha$ -amilase após embebição. No entanto, Fries et al. (2007) revelaram que em condições de excesso de água, a atividade da enzima  $\alpha$ -amilase é bastante reduzida.

Entre os numerosos estudos sobre a atividade enzimática do milho, destacam-se Rood; Larsen (1988), que relacionam giberelinas (AGs) e amilases e heterose. Avaliando duas linhagens e seus respectivos híbridos, foi constatado que a maior concentração endógena de GA em sementes híbridas foi associada ao aumento da atividade da  $\alpha$ -amilase em mudas híbridas e, conseqüentemente, uma hidrólise mais rápida do amido, que auxilia como um combustível o crescimento inicial de mudas. É observada a consistência dos resultados devido a hipótese de que os AGs controlam a biossíntese da  $\alpha$ -amilase, envolvida na regulação da heterose em sementes de milho (OLIVEIRA, 2013).

Alguns estudos relacionaram a expressão de enzimas (testadas eletroforese) com a fisiologia qualidade das sementes (JOSÉ et al., 2004b; OLIVEIRA et al., 2013). Segundo Copeland; McDonald (2001), uma das avaliações mais sensíveis para detectar deterioração precoce das sementes pode ser a avaliação da atividade enzimática associada à biossíntese de novos tecidos, conforme essas enzimas se tornam menos eficientes em termos de atividade catalítica ao longo do processo de deterioração. É nesta situação que a expressão de  $\alpha$  e  $\beta$ -amilase pode estar associada à qualidade fisiológica das sementes de milho.

Ainda assim, Oliveira et al. (2013) encontraram expressão diferencial de enzimas amilase em sementes de linhagens de diferentes níveis de qualidade fisiológica e observou que a maior expressão dessas enzimas não ocorre necessariamente em sementes de linhagens de qualidade superior. São enzimas importantes que auxiliam no processo das reações metabólicas, que incluem síntese e biodegradação de moléculas ao longo do desenvolvimento e deterioração das sementes (PIMENTEL et al., 2012).

## 2.5 HORMÔNIOS VEGETAIS

Os hormônios vegetais atuam na regulação do metabolismo vegetal, causando mudanças morfológicas e fisiológicas, assim Vieira et al. (2010) afirmam que os hormônios vegetais possuem a capacidade de promover, inibir e modificar as diferentes respostas

fisiológicas, atuando em pequenas concentrações. Estas substâncias causam alterações fisiológicas e/ou morfológicas, influenciando em processos como germinação, crescimento vegetativo, florescimento, frutificação, senescência e abscisão. A ação dos hormônios vegetais depende das condições ambientais de acordo com as características e potencialidade genéticas das plantas.

Ainda de acordo com Vieira et al. (2010), quem os alteram, promovem ou até mesmo inibem os processos morfológicos e fisiológicos dos vegetais, são conhecidos como fitormônios, estes, são caracterizados como compostos orgânicos e não nutrientes de ocorrência natural. Os hormônios e fotorreceptores são responsáveis por fornecer as plantas dados sobre o ambiente interno e externo, estes são responsáveis pelo equilíbrio ao longo do decorrer, das sementes em mudas, que após passam a ser consideradas 17 como plantas maduras, são responsáveis também pela regulamentação das respostas das plantas, referentes às mudanças sazonais, de luz e temperatura (NABORS, 2012).

Os hormônios vegetais são responsáveis pelo desenvolvimento de todos os ciclos das plantas e, agem na promoção, ou na inibição de alguns processos fisiológicos. Os fitorreguladores são hormônios, porém são produzidos artificialmente, já os hormônios vegetais são considerados compostos orgânicos, que são produzidos pelas plantas, sendo eles: a auxina que atua no crescimento de tecidos, dominância apical, abscisão de folhas e frutos, enraizamento de estacas; a giberelina é responsável pela superação de dormência, desenvolvimento de frutos, maturação de frutos, e crescimento do caule; citocinina é responsável pela divisão celular; o ácido abscísico atua ou retarda o crescimento e o desenvolvimentos; e o etileno atua no processo de amadurecimento de frutos e vegetais (PES; ARENHARDT, 2015).

Os hormônios vegetais também chamados de fitormônios causam efeitos durante o ciclo das culturas, “influem nos processos fisiológicos, como a germinação de sementes, o crescimento, a floração, a frutificação, a senescências, dentre outros” (FLOSS, 2011), apresentando um papel importante no desenvolvimento das culturas.

### **2.5.1 Giberelina**

O fitormônio giberelina promove o alongamento e a divisão celular, tem importante função na regulação da germinação da semente, crescimento do caule, florescimento, desenvolvimento do fruto e semente, crescimento do tubo polínico e da antera, tem efeito na quebra de dormência e a mobilização das reservas do endosperma. Praticamente efeitos expressivos

no alongamento dos entrenós das gramíneas, aumenta o desenvolvimento da parte aérea (TAIZ; ZEIGER, 2013).

### 3.MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho foi realizado por meio da utilização de plataformas de buscas, sendo coletados dados de artigos científicos, dissertações e teses, no período de 2000 a 2020. com as seguintes palavras chave: milho \*efeito de reguladores de crescimento\*, milho \*sementes\*, milho \*fitotecnia\*. O asterisco (\*) foi utilizado nas pesquisas a fim de se obter maior amplitude nas buscas. Foram desconsideradas citações e patentes das pesquisas, levando em consideração apenas trabalhos disponíveis na internet. Tais referências encontram-se disponíveis em diversos Portais ou Bibliotecas Digitais, desenvolvidos por Universidades de vários estados do Brasil, como também internacionais, com acesso ao texto completo, artigos de periódicos científicos disponíveis em texto completo nos sites de suas próprias editoras e outras informações de interesse.

Para isso, utilizaram-se sites de buscas como o Google Acadêmico - <<https://scholar.google.com.br/>> - entre outros sites disponíveis para o acesso à rede. Também foram utilizadas as principais bases de dados na área de ciências agrárias e que possuem acesso livre como: AGROBASE: Base Bibliográfica da Agricultura Brasileira; Banco de Teses da CAPES; Bases de Dados de Pesquisa Agropecuária Brasileira EMBRAPA (BDPA); Biblioteca Digital de Teses e Dissertações (BDTD); Bioline Internacional; Directory of Open Access Journals (DOAJ); Directory of Open Access Books (DOAB); SciELO.ORG.

De acordo com Pizzani et al. (2012), a pesquisa bibliográfica compreende pela revisão da literatura sobre as principais teorias que norteiam o trabalho científico. Essa revisão é chamada de levantamento bibliográfico ou revisão bibliográfica, podendo ser realizada em livros, periódicos, artigo de jornais, sites da Internet entre outras fontes. Segundo Martins; Theóphilo (2016), a pesquisa bibliográfica significa a estratégia de pesquisa, fundamental para orientar qualquer pesquisa científica. Uma pesquisa bibliográfica busca explicar e discutir um assunto, tema ou problema baseado em referências publicadas em livros, periódicos, revistas, enciclopédias, dicionários, jornais, sites, CDs, anais de congressos etc. Procura conhecer, analisar e explicar contribuições sobre determinado assunto, tema ou problema (PIZZANI et al., 2012).

Sendo, a pesquisa bibliográfica um ótimo meio de formação científica quando feita de forma independente – análise teórica – ou como parte de qualquer trabalho científico, objetivando a construção da plataforma teórica do estudo (PIZZANI et al., 2012). Conforme Michel (2015), podendo a pesquisa bibliográfica ser uma pesquisa em si ou somente uma fase

de uma pesquisa descritiva ou experimental. Martins; Theóphilo (2016) reforçam que a pesquisa bibliográfica consiste no embasamento necessário e básico para a efetuação de estudos monográficos, observando que o levantamento bibliográfico é o fundamento do estudo exploratório, devendo ser complementado de anotações, registros, notas de aulas, além de observações relacionadas com o tema de interesse, de modo que componha uma memória indispensável para o registro e a redação do trabalho.

Ainda é explicado que, a pesquisa bibliográfica em si isenta da elaboração de hipóteses, mas ressalta que ela pode ser orientada pela hipótese de pesquisa experimental. Devido à pesquisa bibliográfica ser um trabalho investigativo minucioso em busca do conhecimento e base fundamental para o todo de uma pesquisa, o desenvolvimento de nossa proposta de trabalho justifica-se, primeiramente, por elevar ao grau máximo de importância esse momento pré-redacional; assim como se explica pela intenção de torná-la um objeto facilitador do trabalho daqueles que possivelmente tenham dificuldades na localização, identificação e manejo do grande número de bases de dados existentes por parte dos usuários (PIZZANI et al., 2012).

Para comparações dos métodos e resultados foram utilizados ARAGÃO et al., (2001); BARROS (2006); PEIXOTO et al., (2011); LANA (2009) e VASCONCELOS et al., (2015) nas categorias germinação, fitoregulador em plântulas, associação entre ácido giberélico/citocinina e efeitos da giberelina líquida aplicada em comparativos com outras culturas.

#### 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

As discussões de informações geradas por meio de análise bibliográfica e aplicação dos metadados ainda são escassas na pesquisa científica em fitormônios. No âmbito das pesquisas agropecuárias, o volume de revisões estruturadas com base nesses métodos é mais restrito, quando se comparam com demais ramos da ciência. Portanto, as informações seguintes serão apresentadas e discutidas entre si, disponibilizando um panorama geral e conclusões objetivas a respeito da adubação nitrogenada na cultura do milho.

O periódico que mais recebeu esses artigos foi a Pesquisa Agropecuária Brasileira (PAB), publicando pouco mais de 10% dos trabalhos. Por este tema estar diretamente relacionado com fisiologia da planta, a Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal segue logo em segundo lugar com aproximadamente 6% dos artigos publicados.

Para avaliar os efeitos de reguladores de crescimento na germinação de sementes de milho foram totalizados 23 artigos científicos/dissertações/teses, com a intenção de dar um embasamento para o desenvolvimento deste tópico foram considerados quatro para comparações inclusive com outras culturas.

Em Aragão et al. (2001), para a germinação e a primeira contagem da germinação (Tabela 1), observa-se que o tratamento com ácido giberélico a  $100 \text{ mg L}^{-1}$  foi superior, porém esse não difere estatisticamente do tratamento com ácido giberélico a  $50 \text{ mg L}^{-1}$ , pela primeira contagem. Em relação ao número de plântulas com raiz primária menor de que 3,0 cm, o maior índice foi para o tratamento citocinina  $100 \text{ mg L}^{-1}$ , não diferindo dos tratamentos com ácido giberélico + citocinina  $100 \text{ mg L}^{-1}$ , citocinina  $50 \text{ mg L}^{-1}$  e ácido giberélico + citocinina  $50 \text{ mg L}^{-1}$  e os menores índices que não diferiram da testemunha, foram apresentados pelos tratamentos ácido giberélico  $100 \text{ mg L}^{-1}$ . Para o número de plântulas com raiz primária maior que 3,0 cm os melhores tratamentos (ácido giberélico  $50 \text{ mg L}^{-1}$  e ácido giberélico  $100 \text{ mg L}^{-1}$ ) não diferindo também da testemunha.

Apesar das doses de ácido giberélico não terem diferido estatisticamente com relação à primeira contagem da germinação, pode-se observar um aumento na porcentagem de germinação à medida que se aumentou a concentração do ácido giberélico fornecido para as sementes (ARAGÃO et al., 2001).

Zago; Koeller; Viecelli (2018) em estudos com sementes de milho, observaram que

para a porcentagem de germinação (Figura 1), o tratamento testemunha apresentou maior porcentagem de germinação. Sendo assim, o tratamento que demonstrou menor porcentagem de germinação foi a concentração de 1000 ppm, constatando, assim, que quanto maior a concentração de ácido giberélico, menor é a porcentagem de germinação. Sendo que os tratamentos de concentração 50 e 100 ppm apresentaram a mesma porcentagem de germinação (95%).

**Tabela 1. Resultados médios da germinação, primeira contagem da germinação, número de plântulas com raiz primária menor e maior do que 3cm no 4o dia após a semeadura em sementes de milho doce.**

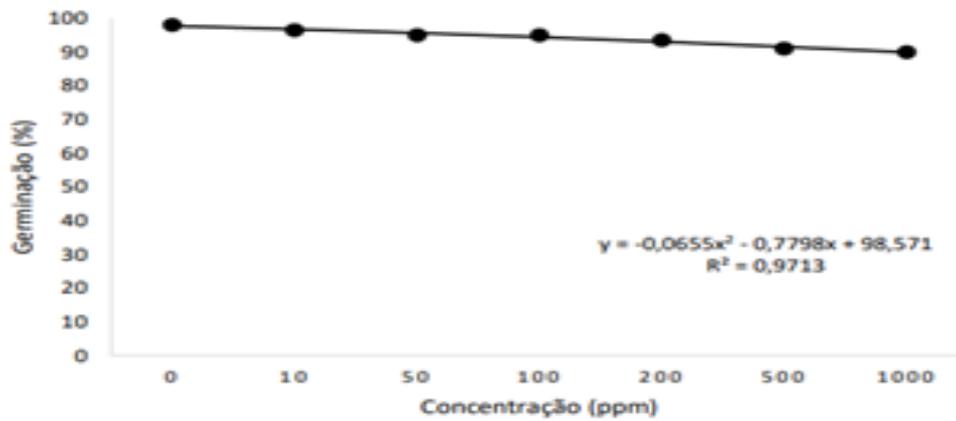
Tratamentos (mg.l <sup>-1</sup> )	Germinação (%)	Primeira contagem (%)	Número de plântulas com raiz primária < 3cm	Número de plântulas com raiz primária > 3cm
Testemunha	63ab	13 d	11 d	10a
GA <sub>3</sub> 50	66ab	47ab	13 bcd	11a
GA <sub>3</sub> 100	72a	63a	12 cd	8a
PBA 50	46 bc	26 cd	18abc	2 b
PBA 100	52abc	40 bc	20a	1 b
GA <sub>3</sub> +PBA 50	40 c	20 d	16abcd	1 b
GA <sub>3</sub> +PBA 100	44 bc	22 d	18ab	1 b
CV (%)	21,6	18,1	12,7	30,4

Médias seguidas pela mesma letra na coluna, não diferem entre si pelo teste Tukey, a 5%.

Fonte: Aragão et al. (2001)

Em pesquisa de Lana et al. (2009), os autores observaram que a aplicação dos produtos em diferentes doses e vias de aplicação, possibilitou índices de produtividade superiores aos da testemunha (ausência de fitoreguladores), a qual demonstrou o menor índice de produtividade do feijoeiro.

**Figura 1. Porcentagem de germinação de sementes de milho (*Zea mays* L.), da cultivar AG 9000 PRO3, submetidas as diferentes concentrações de ácido giberélico.**



Fonte: Hecler (2018)

A matéria seca das raízes e da parte aérea, na primeira e segunda contagem da germinação e, a matéria fresca da parte aérea na segunda contagem, não apresentou diferença estatística entre os tratamentos (Tabelas 2 e 3).

Barros (2006) analisando os efeitos da giberelina líquida aplicada via embebição na germinação de sementes e no vigor de plântulas de arroz (*Oryza sativa* L.) cv. IAC – 202, observou que para a massa seca da raiz de plântulas de arroz a concentração de 150 ml L<sup>-1</sup> de giberelina líquida promoveu um maior acúmulo de massa seca da raiz (0,0292 g), chegando a um aumento de 26% em relação ao controle (0,024 g).

Sendo, esse resultado, comprovado por Peixoto et al. (2011) estudando plântulas de mamoneira, constatou que houve um incremento significativo, na massa seca de raiz de para o tratamento 100 µL L<sup>-1</sup> de giberelina líquida proporcionando melhores resultados. Para a massa seca da parte aérea observa-se que não diferiram significativamente o tratamento 100 µL L<sup>-1</sup> dos tratamentos controle, 0,0 e 50 µL L<sup>-1</sup>, sendo superior apenas ao tratamento 150 µL L<sup>-1</sup> de giberelina líquida.

**Tabela 2. Resultados médios da matéria fresca e seca da parte aérea e das raízes (g/10 plântulas) obtidos na primeira contagem da germinação (7o dia) em sementes de milho doce.**

Tratamentos (mg L <sup>-1</sup> )	Matéria fresca da parte aérea (g/10 pl.) (primeira contagem)	Matéria fresca das raízes (g/10 pl.) (primeira contagem)	Matéria seca da parte aérea (g/10 pl.) (primeira contagem)	Matéria seca das raízes (g/10 pl.) (primeira contagem)
Testemunha	0,7642 b	0,6483 a	0,0862 c	0,0730 a
GA <sub>3</sub> 50	1,2012 a	0,6580 a	0,1313 bc	0,0752 a
GA <sub>3</sub> 100	1,3313 a	0,5883 ab	0,1360 b	0,0670 a
PBA 50	1,1665 a	0,3723 bc	0,1307 bc	0,0663 a
PBA 100	1,3293 a	0,3035 c	0,1835 a	0,0487 a
GA <sub>3</sub> +PBA 50	1,1728 a	0,3297 c	0,1347 b	0,0533 a
GA <sub>3</sub> +PBA 100	1,0282 ab	0,3247 c	0,1543 ab	0,0505 a
CV (%)	6,7	6,4	6,0	11,6

Médias seguidas pela mesma letra na coluna, não diferem entre si pelo teste Tukey, a 5%.

Fonte: Aragão et al. (2001)

**Tabela 3. Resultados médios da matéria fresca e seca da parte aérea e das raízes (g/10 plântulas) obtidos na contagem final (10o dia) da germinação em sementes de milho doce.**

Tratamentos (mg L <sup>-1</sup> )	Matéria fresca da parte aérea (g/10 pl.) (segunda contagem)	Matéria fresca das raízes (g/10 pl.) (segunda contagem)	Matéria seca da parte aérea (g/10 pl.) (segunda contagem)	Matéria seca das raízes (g/10 pl.) (segunda contagem)
Testemunha	1,5964 a	1,3725 a	1,0707 a	1,0604 a
GA <sub>3</sub> 50	1,5137 a	1,2556 b	1,0680 a	1,0472 ab
GA <sub>3</sub> 100	1,4273 a	1,2938 ab	1,1065 a	1,0601 a
PBA 50	1,4339 a	1,1557 c	1,0927 a	1,0332 bc
PBA 100	1,4592 a	1,1371 c	1,1016 a	1,0308 bc
GA <sub>3</sub> +PBA 50	1,4812 a	1,1310 c	1,0901 a	1,0254 c
GA <sub>3</sub> +PBA 100	1,5191 a	1,1204 c	1,0947 a	1,0265 c
CV (%)	7,7	3,0	3,3	0,7

Médias seguidas pela mesma letra na coluna, não diferem entre si pelo teste Tukey, a 5%.

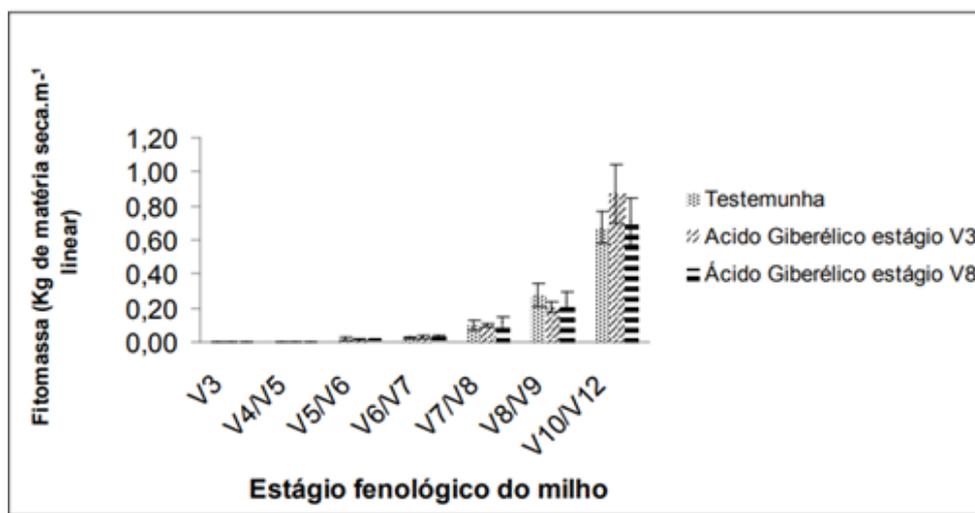
Fonte: Aragão et al. (2001)

Na avaliação da matéria fresca da parte aérea na primeira contagem (Tabela 2), apenas o tratamento ácido giberélico + citocinina 100 mg L<sup>-1</sup> não apresentou diferença da testemunha, os demais tratamentos, com valores maiores, não diferiram entre si. Para a matéria fresca das raízes na primeira contagem, os melhores tratamentos foram a testemunha, o ácido giberélico 50 e 100 mg L<sup>-1</sup>. Examinando a matéria seca da parte aérea na primeira contagem, o tratamento que obteve o melhor resultado foi citocinina 100 mg L<sup>-1</sup>, apesar de não tenha diferido estatisticamente dos tratamentos ácido giberélico + citocinina a 100 mg L<sup>-1</sup>. No atributo matéria fresca das raízes na segunda contagem o tratamento que não diferiu da testemunha foi ácido giberélico 100 mg L<sup>-1</sup>. Enquanto que a matéria seca das raízes na segunda contagem, os tratamentos ácido giberélico 100 e 50 mg L<sup>-1</sup>, foram superiores aos demais tratamentos, exceto para a testemunha (Tabela 3).

Zanuzo et al. (2012) analisando a fitomassa vegetal total de sementes de milho,

concluiu que os resultados não mostraram diferença significativa entre os tratamentos. No estágio V10/V12 obtiveram um aumento absoluto de fitomassa quando o ácido giberélico foi aplicado no estágio V3, porém a análise estatística mostrou efeito não significativo quando comparados com outro estágio de aplicação (Figura 2).

**Figura 2. Influência da aplicação de ácido giberélico na análise de fitomassa vegetal total. As barras verticais representam o desvio padrão da média. (n=12)**



Fonte: Zanuzo et al. (2012)

Os resultados médios do índice de velocidade de emergência das plântulas normais revelaram que os melhores índices foram obtidos com as sementes tratadas com ácido giberélico a  $100 \text{ mg L}^{-1}$  e ácido giberélico + citocinina  $50 \text{ mg L}^{-1}$  e a testemunha, sem embebição, apresentou o menor índice. Para a característica emergência final (total) o tratamento ácido giberélico  $100 \text{ mg L}^{-1}$  apresentou superioridade aos demais tratamentos (Tabela 4).

Heckel (2018), analisando as diferentes concentrações de ácido giberélico utilizadas, observou que o tratamento testemunha é o que proporcionou o melhor índice de velocidade de germinação (IVG), sendo este de 15,14. Sendo que o tratamento que resultou o menor IVG foi o de 500 ppm.

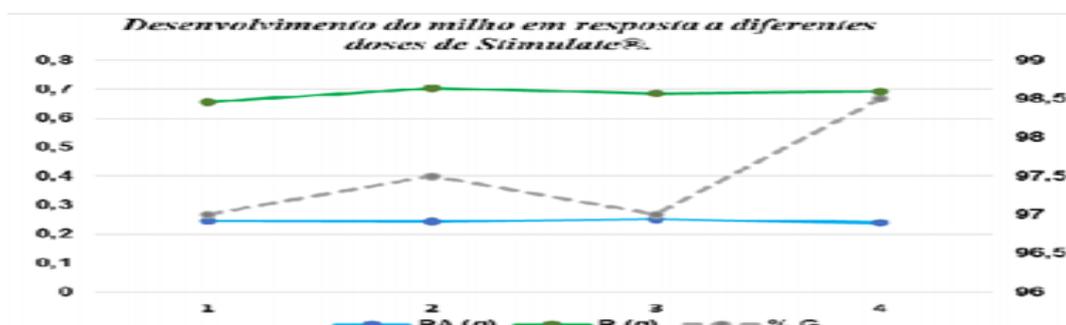
**Tabela 4. Percentagem média do índice de velocidade de emergência e emergência final das plântulas normais de sementes de milho doce.**

Tratamentos (mg.l <sup>-1</sup> )	Índice de velocidade de emergência (%)	Emergência final (%)
Testemunha	9,0 b	91ab
Testemunha c/ embebição	9,4ab	90abc
GA <sub>3</sub> 50	9,2ab	89abc
GA <sub>3</sub> 100	10,2a	93a
PBA 50	9,8ab	89abc
PBA 100	9,3ab	86 bc
GA <sub>3</sub> +PBA 50	10,1a	89abc
GA <sub>3</sub> +PBA 100	9,4ab	85 c
CV (%)	6,2	4,1

Médias seguidas pela mesma letra na coluna, não diferem entre si pelo teste Tukey, a 5%.

Fonte: Aragão et al. (2001)

**Figura 3. Germinação (%) e Desenvolvimento (g de massa fresca) do milho em resposta a diferentes doses de Stimulate®. PA: Parte Aerea / R: raiz / G: Germinação.**



Fonte: Zago; Koeller; Viecelli (2018)

Silva et al. (2014), realizaram estudos em sementes de melancia, onde, descrevem resultados semelhantes aos encontrados, a testemunha apresentou 88,75% de germinação, e a utilização de 500 µg g<sup>-1</sup>, sendo a concentração mais elevada, resultou em 30% de germinação.

As giberelinas estão diretamente ligadas ao processo de germinação de sementes, melhorando o desempenho das plântulas, causam uma aceleração na velocidade de emergência e em muitas espécies melhora o potencial das sementes, porém, em seu experimento com sementes de ingazeiro, verificam-se que não se teve a necessidade de aplicar ácido giberélico na germinação in vitro (STEIN et al., 2007). No entanto, dependendo da espécie, são observados diferentes resultados sobre a germinação. Na cultura de noqueira-

macadâmnia a embebição de sementes com concentrações de ácido giberélico se mostrou prejudicial na germinação (DALASTRA et al., 2010). Contudo Oliveira et al. (2010), observaram que a germinação de sementes de atemoia aumentou-se quando submetidas a imersão em ácido giberélico.

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Segundo a revisão realizada nos artigos analisados, o ácido giberélico ( $GA^3$ ) apresentou maior eficiência na promoção da germinação, refletindo em melhor vigor das sementes de milho foi o ácido giberélico ( $GA^3$ ).

Ácido giberélico ( $GA^3$ ) em maiores doses ocasionou uma melhor percentagem de germinação.

As sementes tratadas com ácido giberélico em maiores dosagens obtiveram melhor desempenho no vigor, primeira contagem da germinação, massa de matéria fresca da parte aérea, na primeira contagem em laboratório e maior índice de velocidade de emergência e melhor emergência final de plântulas normais em areia.

Evidencia-se a necessidade de pesquisas para estudos dos efeitos de reguladores em milho.

## 6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABRASEM – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE SEMENTES E MUDAS. **Anuário 2014**. Brasília, 2014. 34 p. Disponível em:< <http://www.abrasem.com.br/wp-content/uploads/2013/09/Anu%C3%A1rio-Abrasem-2014.pdf>> . Acesso em: 05 nov. 2019.
- ABRASEM – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE SEMENTES E MUDAS. **Anuário 2018**. Brasília, 2018. 58 p. Disponível em:< [http://www.abrasem.com.br/wp-content/uploads/2019/04/Arte\\_Anuario2018\\_COMPLETO\\_WEB.pdf](http://www.abrasem.com.br/wp-content/uploads/2019/04/Arte_Anuario2018_COMPLETO_WEB.pdf)> . Acesso em: 05 nov. 2019.
- ANDRADE, T.; VON PINHO, E. V., VON PINHO, R. G.; OLIVEIRA, G. E.; ANDRADE, V.; FERNANDES, J. S. Physiological quality and gene expression related to heat-resistant proteins at different stages of development of maize seeds. **Genetics and Molecular Research**, Ribeirão Preto, v. 12, n. 3, 2013, p. 3630-3642.
- ARAGÃO, C. A.; DANTAS, B. F.; ALVES, E.; CATANEO, A. C.; CAVARIANI, C.; NAKAGAWA, J. Atividade amilolítica e qualidade fisiológica de sementes armazenadas de milho super doce tratadas com ácido giberélico. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 25, n. 1, 2003 p. 43-48.
- ARAGÃO, C. A., DEON, M. D., DE QUEIRÓZ, M. A., DANTAS, B. F. **Germinação e vigor de sementes de melancia com diferentes ploídias submetidas a tratamentos pré-germinativos**. Embrapa Semiárido-Artigo em periódico indexado (ALICE), 2006.
- ARAGÃO, C. A., LIMA, M. W. P., MORAIS, O. M., ONO, E. O., BOARO, C. S. F., RODRIGUES, J. D., ... & CAVARIANI, C. Fitorreguladores na germinação de sementes e no vigor de plântulas de milho super doce. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 23, n. 1, 2001, p. 62-67.
- BARROS, T.F. 2006. **Ação de giberelina líquida na germinação de sementes, vigor de plântulas e crescimento inicial de plantas cultivadas**. 53f. (Dissertação de Mestrado) – Universidade Federal da Bahia, Cruz das Almas, Brasil.
- BEWLEY, J. D.; BRADFORD, K.; HILHORST, H.; NONOGAKI, H. **Seeds: physiology of development, germination and dormancy**. New York: Springer, 2013. 392 p.
- BIAZUS, J. P. M.; SANTANA, J. C. C.; SOUZA, R. R.; TAMBOURGI, E. B. **Caracterização da atividade amilásica do malte de milho (Zea mays L.)**. Acta Scientiarum. Technology, Maringá, v. 28, n. 1, 2006, p. 13-19.
- BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. **Regras para análise de sementes**. Brasília: SNAD/DNDV/CLAV, 1992. 365p.
- CAMPOS, L. F. C.; ABREU, C. M.; GUIMARÃES, R. N.; SELEGUINI, A. **Escarificação e ácido giberélico na emergência e crescimento de plântulas de biribá**. Ciência Rural, v. 45, n. 10, 2015, p. 1748-1754.
- CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. Jaboticabal: Funep, 2012. 590 p

- CAUSSE, M.; ROCHER, J. P.; PELLESCI, S.; BARRIÈRI, Y.; VIENNE, D.; PRIOUL, J. L. **Sucrose phosphate synthase: an enzyme with heterotic activity correlated with maize growth.** *Crop Science*, Madison, v. 35, 1995, p. 995-1001.
- CHEN, S.; CHEN, H.; TIAN, J.; WANG, Y.; XING, L. **Chemical modification, antioxidant and  $\alpha$ -amylase inhibitory activities of corn silk polysaccharides.** *Carbohydrate Polymers*, Amsterdam, v. 98, n. 1, 2013, p.428-437.
- CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento. **Décimo primeiro levantamento para safra 2018/19.** Disponível em: <[https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos/boletim-da-safra-de-graos/item/download/27966\\_1f92dcec49263fdf5a762b2d25549cce](https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos/boletim-da-safra-de-graos/item/download/27966_1f92dcec49263fdf5a762b2d25549cce)>. Acesso em: 05 Nov. 2019.
- CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento. **Quinto levantamento para safra 2019/20.** Disponível em: <<https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos>>. Acesso em: 09 Mar. 2020.
- COPELAND, L. O.; MC DONALD, M. B. **Principles of seed science and technology.** *Annals of Botany*, Oxford, v. 89, n. 6, 2002, p. 797-798.
- FARIA, M. A. V. R., VON PINHO, R. G.; VON PINHO, E. V. R.; GUIMARÃES, R. M. **Marcadores moleculares da qualidade fisiológica das sementes.** Lavras: UFLA, 2003. 51 p.
- DALASTRA, Idiana Marina et al. Germinação de sementes de noqueira-macadâmia submetidas à incisão e imersão em ácido giberélico. **Ciência e Agrotecnologia**, [s.l.], v. 34, n. 3, p.641-645, jun. 2010. Acesso em: 18 março 2020.
- DUARTE, J. O.; MATTOSO, M. J.; GARCIA, J. C. **Milho: importância socioeconômica.** Agência Embrapa de Informação Tecnológica. Disponível em:<[https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/milho/arvore/CONTAG01\\_8\\_168200511157.html](https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/milho/arvore/CONTAG01_8_168200511157.html)> Acesso em, 05 nov. 2019. v. 20, 2015.
- FERREIRA, L. A.; OLIVEIRA, J. A.; VON PINHO, E. V. R.; QUEIROZ, D. L. de. **Bioestimulante e fertilizante associados ao tratamento de sementes de milho.** *Revista Brasileira de Sementes*, Londrina, v. 29, n. 2, 2007, p. 80-89.
- FRAGA, A.C. **Dormência de sementes.** *Informe Agropecuário*, Belo Horizonte, v. 8, n. 91, 1982 p. 62-64.
- FRANCO, O. L.; RIGDEN, D. J.; MELO, F. R.; GROSSI-DE-SÁ, M. F. Plant  $\alpha$ -amylase inhibitors and their interaction with insect  $\alpha$ -amylases. **European Journal of Biochemistry**, Berlin, v. 269, 2002, p. 397-412.
- FRIES, D. D.; ALVES, J. D.; DELÚ FILHO, N.; MAGALHÃES, P. C.; GOULART, P. F. P.; MAGALHÃES, M. M. **Crescimento de plântulas do milho "Saracura" e atividade de  $\alpha$ -amilase e invertases associados ao aumento da tolerância ao alagamento exercido pelo cálcio exógeno.** *Bragantia*, Campinas, v. 66, n. 1, 2007, p. 1-9.
- FLOSS, Elmar Luiz. **Fisiologia das plantas cultivadas: O estudo do que está por trás do que se vê.** 5. ed. Passo Fundo: Upf, 2011. 733 p.

GOMES, M. S.; VON PINHO, E. V. R.; VON PINHO, R. G.; VIEIRA, M. G. G. C. Efeito da heterose na qualidade fisiológica de sementes de milho. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 22, n. 1, 2000, p. 7-17.

HECKLER, J. R. **Influência do ácido giberélico sobre a germinação de sementes de milho**. 2018.

HENNING, F. A.; MERTZ, L. M.; JACOB JUNIOR, E. A.; MACHADO, R. D.; FISS, G.; ZIMMER, P. D. **Composição química e mobilização de reservas em sementes de soja de alto e baixo vigor**. *Bragantia*, Campinas, v. 69, n. 3, 2010, p. 727-734.

HOECKER, N.; KELLER, B.; PIEPHO, H. P.; HOCHHOLDINGER, F. **Manifestation of heterosis during early maize (*Zea mays* L.) root development**. *Theoretical and Applied Genetics*, Berlin, v. 112, n. 3, 2006, p. 421-429.

HUTH, C.; BECHE, M.; FUZZER, F. A.; SEGALIN, S. R.; ZEN, H. D.; BARBIERI, A. P. P.; HAESBAERT, F. M.; MERTZ, L. M. **Desempenho inicial de sementes de milho tratadas com biorreguladores**. Universidade Federal de Santa Maria. Rio Grande do Sul. 2012.

JOSÉ, S. C. B. R.; VON PINHO, E. V. R.; VON PINHO, R. G.; RAMALHO, M. A. P.; SILVA FILHO, J. L. Controle genético da tolerância à alta temperatura de secagem em sementes de milho. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v. 3, n. 3, 2004, p. 414-428.

JOSÉ, S. C. B. R.; VON PINHO, E. V. R.; VON PINHO, R. G.; SILVEIRA, C. M. da. Padrões eletroforéticos da enzima  $\alpha$ -amilase em sementes de milho submetidas a alta temperatura de secagem. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 26, n. 1, 2004, p. 77-83.

KIBINZA, S.; BAZIN, J.; BAILLY, C.; FARRANT, J. M.; CORBINEAU, F.; EL-MAAROUF-BOUTEAU, H. **Catalase is a key enzyme in seed recovery from ageing during priming**. *Plant Science*, Limerick, v. 181, n. 3, 2011, p.309-315.

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

LEITE VM, ROSELEM CA & RODRIGUES JD (2003) Gibberellin and cytokinin effects on soybean growth. **Scientia Agricola**, 60:537-541.

LEYMARIE, J.; VITKAUSKAITÉ, G.; HOANG, H. H.; GENDREAU, E.; CHAZOULE, V.; MEIMOUN, P.; CORBINEAU, F.; EL-MAAROUF-BOUTEAU, H.; BAILLY, C. **Role of reactive oxygen species in the regulation of Arabidopsis seed dormancy**. *Plant and Cell Physiology*, Kyoto, v. 1, n. 53, 2011, p. 96-106.

LIMA, C. C. A.; SILVA, L. J.; CASTRO, W. S. **Apostila de morfologia externa vegetal**. Cursos De Ciências Biológicas e Engenharia Agrônômica, Instituto de Biologia, UFU, Uberlândia, Minas Gerais. 2006 <http://www.anatomiavegetal.ib.ufu.br/pdf-recursosdidaticos/morfvegetalorgaSEMENTE.pdf>. Acesso em: 18 nov. 2017.

- LI, L.; BLANCO, M.; JAY-LIN, J. **Physicochemical properties of endosperm and pericarp starches during maize development**. *Carbohydrate Polymers*, Amsterdam, v. 67, n. 4, 2007, p. 630-639.
- LOPES, C. A.; CARVALHO, M. L. M.; SANTOS, H. O.; ANDRADE, D. B. **Importance of amylases for physiological quality in maize seeds**. *Biotemas*, v. 30, n. 3, 2017, p. 1-7.
- LOVEGROVE, A.; HOOLEY, R. **Gibberellin and abscisic acid signalling in aleurone**. *Trends in Plant Science*, London, v. 5, n. 3, 2000, p. 102-110.
- MAGALHÃES, P. C. (2002) **Fisiologia do milho**. CEP, v. 35701, 2002, p. 970.
- MAGUIRE, J.A. **Speed of germination aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor**. *Crop Science*, Madison, v.2, n.2, 1962, p.176-177.
- MARCHI, S. L. **Interação entre desfolha e população de plantas na cultura do milho na Região Oeste do Paraná**. Dissertação. Paraná, Dez. 2008.
- MARTINS, G. de A.; THEÓFILO, C. R. **Metodologia da investigação científica para ciências sociais aplicadas**. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2016.
- MASON-GAMER, R. J. The {beta}-amylase genes of grasses and a phylogenetic analysis of the Triticeae (Poaceae). *American Journal of Botany*, Saint Louis, v. 92, n. 6, 2005, p. 1045-1058.
- MEYER, R. C.; WITUCKA-WALL, H.; BECHER, M.; BLACHA, A.; BOUDICHEVSKAIA, A.; DORMANN, P.; FIEHN, O.; FRIEDEL, S.; KORFF, M. V.; LISEC, J.; MELZER, M.; REPSILBER, D.; SCHMIDT, R.; SCHOLZ, M.; SELBING, J.; WILLMITZER, L.; ALTMANN, T. Heterosis manifestation during early Arabidopsis seedling development is characterized by intermediate gene expression and enhanced metabolic activity in the hybrids. *Plant Journal*, Oxford, v. 71, 2012, p. 669-683.
- MICHEL, M. H. **Metodologia e pesquisa científica em ciências sociais: um guia prático para acompanhamento da disciplina e elaboração de trabalhos monográficos**. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2015.
- MINO, M.; INOUE, M. Analysis of glucose metabolism in the heterotic viability in seeding growth of maize F1 hybrid. *Japanese Journal of Crop Science*, Tokyo, v. 63, n. 4, 1994, p. 682-688.
- OLIVEIRA, G. E.; VON PINHO, E. V. R.; ANDRADE, T.; SOUZA, J. C.; CAIXETA, F.; FERREIRA, R. A. **Relationship among physiological quality, heterosis, and amylase gene expression in maize seeds**. *Genetics and Molecular Research*, Ribeirão Preto, v. 14, n. 3, 2015, p. 8623-8633.
- OLIVEIRA, G. E.; VON PINHO, R. G.; ANDRADE, T.; VON PINHO, E. V. R.; SANTOS, C. D.; VEIGA, A. D. **Physiological quality and amylase enzyme expression in maize seeds**. *Ciência e Agrotecnologia*, Lavras, v. 37, n. 1, 2013, p. 40-48.
- OLIVEIRA, Marcos Campos de et al. GERMINAÇÃO DE SEMENTES DE ATEMOIA (*Annona cherimola* Mill. x *A. squamosa* L.) CV 'GEFNER' SUBMETIDAS A

TRATAMENTOS COM ÁCIDO GIBERÉLICO (GA<sub>3</sub>) E ETHEPHON. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 32, n. 2, p.544-554, jun. 2010.

PALEG, L. G. Physiological effects of gibberellins. **Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology**, Palo Alto, v. 16, n.1, 1965, p. 291-322.

PEIXOTO, C. P., SALES, F. D. J. S., VIEIRA, E. L., PASSOS, A. R., SANTOS, J. M. D. S. Ação da giberelina em sementes pré-embebidas de mamoneira. **Comunicata Scientiae**, v. 2, n. 2, p. 70-75, 2011.

PERES, W. L. R. **Testes de vigor em sementes de milho**. 2009.

PES, Luciano Zucuni; ARENHARDT, Marlon Hilgert. **Fisiologia Vegetal**. Santa Maria: Mmm, 2015. Acesso em: 11 março 2020.

PIMENTEL, M. A.; VASCONCELLOS, M. C.; PENHA, R. O.; GUERRA, E. P.; SILVA, A. L. L. Ação de diferentes enzimas na germinação de sementes de alface (*Lactuca sativa* L.) - Asteraceae. **Journal of Biotechnology and Biodiversity**, Gurupi, v. 3, n. 3, 2012 p. 1-4.

PIZZANI, L., DA SILVA, R. C., BELLO, S. F., & HAYASHI, M. C. P. I. A arte da pesquisa bibliográfica na busca do conhecimento. **RDBCI: Revista Digital de Biblioteconomia e Ciência da Informação**, v. 10, n. 2, p. 53-66, 2012.

RAVEN, P.H., EVERT, R.F., EICHHORN, S.E. **Biologia vegetal**, 7 ed. Rio de Janeiro, Guanabara Koogan, 2001, 906 p.

REIS, L. S.; PEREIRA, M. G.; SILVA, R. F.; MEIRELES, R. C. **Efeito da heterose na qualidade de sementes de milho doce**. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 33, n. 2, 2011, p. 310-315.

ROOD, S. B.; BUZZELL, R. I.; MAJOR, D. J.; PHARIS, R. P. **Gibberellins and heterosis in maize: quantitative relationships**. *Crop Science*, Madison, v. 30, n. 2, 1990, p. 281-286.

ROOD, S. B.; LARSEN, K. M. Gibberellins, amylase, and the onset of heterosis in maize seedlings. **Journal of Experimental Botany**, Oxford, v. 39, n. 2, 1988, p. 223-233.

ROSA, S. D. V. F.; VON PINHO, E. V. R.; VIEIRA, M. G. G. C.; SANTOS, C. D.; VEIGA, R. D. Qualidade fisiológica e atividade enzimática em sementes de milho submetidas a secagem artificial. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 21, n. 1, 2000, p. 177-184.

SANTOS, I. J.; SANTOS, Y. L.; OLIVEIRA, M. G. A.; SILVA, P. H. A. Expressão da alfa e beta amilase durante a germinação de cevada. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v. 12, n. 1, 2010, p. 67-73.

SCHMÜLLING, T. **Cytokinin**. In: LENNARZ, W.; LANE, M. D. (Eds.). *Encyclopedia of biological chemistry*. Amsterdam: Elsevier, 2004, p. 562-567.

SOPANEM, T.; LAURIÈRE, C. **Release and activity of bound, b-amylase in a germinating barley grain**. *Plant Physiology*, Maryland, v. 89, 1989, p. 244-249.

TAIZ, L. & ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. 5. ed. Porto Alegre, RS: Artmed, 2013.

VIEIRA, A. R.; OLIVEIRA, J. A.; GUIMARÃES, R. M.; VON PINHO, E. V. R.; PEREIRA, C. E.; CLEMENTE, A. C. S. Marcador isoenzimático de dormência em sementes de arroz. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 30, n. 1, 2008, p. 81-89.

VIEIRA, A. R.; VIEIRA, M. G. G. C.; FRAGA, A. C.; OLIVEIRA, J. A.; SANTOS, C. D. Action of gibberellic acid (GA3) on dormancy and activity of  $\alpha$ -amylase in rice seeds. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 24, n. 2, 2002, p. 43-48.

WU, Y.; CAMPBELL, M.; YEN, Y.; WICKS, Z.; IBRAHIM, A. A. H. Genetic analysis of high amylose content in maize (*Zea mays* L.) using a triploid endosperm model. **Euphytica**, Amsterdam, v. 166, n. 2, 2009, p. 155-164.

ZAGO, J. H. G., KOEHLER, W. F., & VIECELLI, A. Vigor e germinação do milho com uso de Stimulate®, 2018.

ZANUZO, M. R., LERMENN, F., & BEZERRA, E. L. Influência do Uso de Ácido Giberélico (AG3) no Desenvolvimento e Rendimento de Milho Safrinha. **Uniciências**, v. 16, n. 1, 2012.