

UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS
CAMPUS DE ENGENHARIAS E CIÊNCIAS AGRÁRIAS
CURSO BACHARELADO EM AGRONOMIA

ANGELA MARIA DOS SANTOS

**QUALIDADE FISIOLÓGICA DE LOTES DE SEMENTES DE MILHO NO ESTADO
DE ALAGOAS**

ANGELA MARIA DOS SANTOS

**QUALIDADE FISIOLÓGICA DE LOTES DE SEMENTES DE MILHO NO ESTADO
DE ALAGOAS**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado à Universidade Federal de
Alagoas, no Campus de Engenharias e
Ciências Agrárias, para a Coordenação do
Curso de Graduação em Agronomia, para
obtenção do título de Bacharela em
Agronomia.

Orientador: Prof. Dr. João Luciano de
Andrade Melo Júnior

Catálogo na Fonte
Universidade Federal de Alagoas
Biblioteca Campus de Engenharias e Ciências Agrárias
Bibliotecário Responsável: Erisson Rodrigues de Santana - CRB4 - 1512

S237q Santos, Angela Maria dos.

Qualidade fisiológica de lotes de sementes de milho no estado de Alagoas. / Angela Maria dos Santos. – 2024.

34 f.: il.

Orientador(a): João Luciano de Andrade Melo Júnior.

Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Agronomia) – Graduação em Agronomia, Campus de Engenharias e Ciências Agrárias, Universidade Federal de Alagoas. Rio Largo, 2024.

Inclui bibliografia

1. Eficiência fisiológica. 2. Metabolização energética. 3. Redução de Perdas. I. Título.

CDU: 633.15: 981.35

FOLHA DE APROVAÇÃO

ANGELA MARIA DOS SANTOS

QUALIDADE FISIOLÓGICA DE LOTES DE SEMENTES DE MILHO NO ESTADO DE ALAGOAS

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Coordenação do Curso de Agronomia do Campus de Engenharias e Ciências Agrárias – CECA, da Universidade Federal de Alagoas – UFAL, como requisito para a obtenção do título de Bacharela em Agronomia. Aprovado em 05/11/2024.



Documento assinado digitalmente

JOAO LUCIANO DE ANDRADE MELO JUNIOR

Data: 14/11/2024 22:14:12-0300

Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. João Luciano de Andrade Melo Junior – UFAL (Orientador)

Banca examinadora:



Documento assinado digitalmente

REINALDO DE ALENCAR PAES

Data: 18/11/2024 14:16:16-0300

Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. Reinaldo de Alencar Paes – UFAL (Examinador interno)



Documento assinado digitalmente

LUAN DANILO FERREIRA DE ANDRADE MELO

Data: 16/11/2024 10:15:02-0300

Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. Luan Danilo Ferreira de Andrade Melo – UFAL (Examinador interno)

“É a oportunidade que me faz continuar e não a certeza, uma espécie de aposta do meu eu. Embora me chamem sonhadora ou qualquer outra coisa, acredito que tudo é possível, acertos e erros, não estão em pauta. O imprescindível é a consciência do realizar do que ficar parado”.

Angela dos Santos

AGRADECIMENTOS

A minha família, por acreditar e confiar no meu desenvolvimento e formação acadêmica. Agradeço em especial ao meu orientador Prof. Dr. João Luciano de Andrade Júnior, por sua paciência apoio, dedicação, ensinamentos e oportunidade de desenvolver meu trabalho de conclusão de curso, minha verídica admiração e respeito.

Aos membros da banca examinadora, por terem aceitado o convite e avaliar este projeto, contribuindo com sugestões e melhorias.

Ao meu querido Prof. Dr Reinaldo Alencar por sua atenção, carinho e por compartilhar seu conhecimento durante toda a minha graduação, minha maior referência e respeito.

Ao Prof. Dr. Luan por sua dedicação à todos alunos, em especial pela oportunidade que me concedeu de atuar no Laboratório de Fitotecnia conjunto ao meu orientador.

Agradeço à Profa. Dra. Leila Cruz da Silva Calheiros e ao Prof. Dr. Gilson Moura Filho pelo suporte na realização do meu estágio acadêmico.

Aos meus colegas de laboratório que contribuíram na execução inicial do projeto.

Aos meus colegas de curso, por me apoiarem durante a graduação e companheirismo em momentos de descontração.

A minha amiga-irmã Enia Alves Serino dos Santos, por estar sempre ao meu lado com seu carinho, suporte, incentivo e dando forças nos momentos de desestímulo.

Em especial a Raquel de Melo Silva, por ter me apoiado sempre que precisei, acompanhado e apoiado meu desenvolvimento na graduação.

Agradeço ao amigo Claudeano da Silva Leão por compartilhar sua amizade e apoio na graduação.

Agradeço ao Diretor Prof. Dr. Gaus Silvestre, ao Campus de Engenharia e Ciências Agrárias e à todos colaboradores, pelo suporte em todos anos de minha graduação e apoio para alcançar mais uma meta profissional de minha vida.

RESUMO

A economia e a produção de alimentos no país pode influenciar em diversos setores, que são responsáveis por fatores determinantes para o seu desenvolvimento. A cultura do Milho (*Zea mays* L.) compõe-se na agricultura como um desses fatores relevante para a economia do Brasil. A capacidade no estabelecimento no cultivo pode ser avaliado de forma preventiva através do teste de germinação e de vigor. Nessa compreensão, este trabalho avaliou a eficiência e qualidade fisiológica de sementes de milho provenientes de municípios do estado de Alagoas, por meio do teste de germinação e vigor. Na execução do experimento foi avaliada a capacidade fisiológica dos cinco lotes de sementes com delineamento experimental inteiramente casualizado, em quatro repetições de cinquenta sementes para cada um, foram selecionadas, pesadas e separada. Realizada a assepsia, em álcool 70% por um minuto e após enxague em água. As sementes foram acondicionadas entre duas folhas de Germitest umedecidos com água equivalente a 2,5 vezes o seu peso, consideraram-se como germinadas as sementes que desenvolveram plântulas normais. Avaliou-se as porcentagens das plântulas no período de 04 e 07 dias, índice de velocidade de germinação (IVG), tempo médio (TM), velocidade média (VM), uniformidade (U), índice de sincronia (IS), comprimento de plântula (CP) e a sua massa seca (MS). A análise estatística foi desenvolvida no programa Sisvar 5.6, com aplicação de comparação pelo teste de Tukey ao nível de 5% e probabilidade de erro ($P < 0,05$). Identificou-se superioridade no lote quatro, com a eficiência em 100% de germinação das sementes, correspondendo, nas características da maior metabolização energética e atuação das enzimas na hidrólise dos nutrientes, com um IVG em 12.479, sendo menor IVG, no lote três com 8,879. Na U e no IS, o lote dois, caracterizou a maior sincronização e padronização na germinação, sendo o lote um o de menor consistência. O coeficiente de variação do total U, alta variação em 55,48%. No comprimento e massa seca nas duas extremidades, o lote dois externou o maior com CPA de 5,9 cm.pl.-1 e no volume de MSPA de 0,9825 g.pl.-1. A realização do teste de germinação e vigor das sementes, são imprescindíveis para a melhor seletividade na implementação da cultura de milho e, atribuindo redução em perdas expressivas econômicas e nas incidências das doenças de plantas no campo.

Palavra-chave: Eficiência fisiológica; Metabolização energética; Redução de Perdas.

ABSTRACT

The country's economy and food production can influence various sectors, which are responsible for determining factors in its development. Maize (*Zea mays* L.) is one of the most important agricultural factors in Brazil's economy. Its ability to establish itself in cultivation can be assessed preventively through germination and vigor tests. With this in mind, this study evaluated the efficiency and physiological quality of corn seeds from municipalities in the state of Alagoas, using the germination and vigor test. During the experiment, the physiological capacity of the five batches of seeds was assessed using a completely randomized experimental design, in four replicates of fifty seeds each. The seeds were aseptically washed in 70% alcohol for one minute and then rinsed in water. The seeds were placed between two Germitest sheets moistened with water equivalent to 2.5 times their weight, and seeds that developed normal seedlings were considered to have germinated. The percentages of seedlings at 04 and 07 days, germination speed index (IVG), average time (TM), average speed (VM), uniformity (U), synchrony index (IS), seedling length (CP) and dry mass (MS) were evaluated. The statistical analysis was carried out using the Sisvar 5.6 program, with comparison using the Tukey test at the 5% level and probability of error ($P < 0.05$). Batch four was found to be superior, with 100% seed germination efficiency, corresponding to the characteristics of greater energy metabolism and the action of enzymes in the hydrolysis of nutrients, with a GVI of 12,479, with the lowest GVI being in batch three with 8,879. In U and IS, batch two was found to have the greatest synchronization and standardization in germination, with batch one having the least consistency. The coefficient of variation of the total U was 55.48%. In terms of length and dry mass at both ends, lot two had the highest CPA of 5.9 cm.pl.-1 and MSPA volume of 0.9825 g.pl.-1. Germination and seed vigor tests are essential for better selectivity in the implementation of maize cultivation, reducing significant economic losses and the incidence of plant diseases in the field.

Key words: Physiological efficiency; Energy metabolism; Loss reduction.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	Padronização dos lotes de sementes provenientes de municípios de Alagoas.....	21
Figura 2	Seleção por lote de semente, assepsia e emparelhamento no teste.....	22
Figura 3	Avaliação das porcentagens das plântulas no período de 04 e 07 dias.....	22

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Porcentagem de germinação (G), primeira contagem de germinação (PC), Índice de Velocidade de Germinação (IVG) e tempo médio de germinação (TMG) de lotes de sementes de milho colhidas no Estado de Alagoas em 2022.....	25
Tabela 2	Velocidade média de germinação (VMG), uniformidade de germinação (U) e índice de sincronia (Z) de lotes de sementes de milho colhidas no Estado de Alagoas em 2022.....	26
Tabela 3	Comprimento de parte aérea (CPA), comprimento de raiz (CR), massa seca de parte aérea (MSPA) e massa seca de raiz (MSR) de plântula de milho.....	27

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CD's	Centro de Distribuição
CPLA	Cooperativa de Produção Leiteira de Alagoas
EMATER	Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
MAPA	Ministério da Agricultura e Pecuária
SEAGRI	Secretaria de Estado da Agricultura, Pecuária, Pesca e Aquicultura
PAA	Programa de Aquisição de Alimentos
OECD	Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico
ZARC	Zoneamento Agrícola de Risco Climático

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO.....	12
REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	14
2.1 Milho como base alimentar.....	14
2.2 A produtividade do milho no nordeste do Brasil.....	14
2.3 Os aspectos fisiológicos do milho.....	15
2.4 Os aspectos produtivos de milho em Alagoas.....	17
2.5 O zoneamento agrícola do milho no estado de Alagoas.....	18
2.6 A importância da germinação da semente do milho em Alagoas.....	18
MATERIAIS E MÉTODOS.....	20
3.1 Avaliação primária das sementes no fator eficiência fisiológica.....	20
3.2 Variáveis.....	22
3.2.1 Primeira contagem e Porcentagem.....	22
3.2.2 Avaliação do índice de velocidade de germinação (IVG).....	23
3.2.3 Observação de tempo médio (TM).....	23
3.2.4 Cálculo da velocidade média (VM).....	23
3.2.5 Análise da uniformidade (U).....	23
3.2.6 Análise do índice de sincronia (IS).....	23
3.2.7 Avaliação do comprimento de plântula (CP).....	23
3.2.8 Avaliação da massa seca de plântula (MS).....	24
3.3 Análise estatística.....	24
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	25
CONCLUSÃO.....	29
REFERÊNCIAS.....	30

1. INTRODUÇÃO

A economia e a produção de alimentos em um país pode influenciar os mais diversos setores, que são responsáveis por fatores determinantes para o seu desenvolvimento. A cultura do Milho (*Zea mays* L.) dentre esses fatores, compõe-se na agricultura como um índice de extrema relevância para a economia do Brasil. Devido a sua versatilidade e condições de implementações, desde a alimentação à indústria mercantil. O atendimento da alta demanda produtiva e a gestão da sustentabilidade agrícola, têm correlação com o uso de sementes detentoras de alto potencial fisiológico. As sementes vigorosas são essenciais para garantir um estande uniforme e minimizar a incidência de doenças e pragas, o que contribui para a eficiência e sustentabilidade da produção (SILVA et al., 2021).

No Brasil, o milho é uma cultura que contempla a agricultura como base alimentar, sendo o seu grão introduzido como fonte nutricional e incorporada à alimentação indígena há séculos, pelas tribos guaranis americanas, foi vital na alimentação e na cultura dessas comunidades desde a sua domesticação (MOREIRA et al., 2023). Nesse contexto, como semente de milho, as suas características fisiológicas, contêm o plantio direto com os métodos mecanizados e cultivares de alto padrão genético, manejo integrado de plantas daninhas e pragas, na correção do solo, agricultura de precisão, dentre outras.

Em termos de manejo agrícola, a produção do milho em Alagoas, requer condições climáticas específicas para maximizar a sua rentabilidade. Estudos recentes indicam que a escolha da época de plantio é imperativa para o sucesso da produção e que a melhor época de plantio no Nordeste brasileiro, são nos meses de janeiro a abril, sendo particularmente favorável devido às condições climáticas mais amenas e à maior disponibilidade de água (EMBRAPA, 2023). No entanto, a produção de milho pode ser significativamente afetada por variáveis climáticas, como a irregularidade das chuvas e temperaturas extremas, que podem limitar o desenvolvimento das plantas e impactar a produtividade (IBGE, 2024).

No relatório da Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico- OECD (2024), ressalta-se a importância da seleção de sementes adequadas e da gestão eficaz dos recursos hídricos para enfrentar os desafios climáticos e garantir uma produção agrícola eficiente. Considerando, a preocupação com a fisiologia da semente do milho e a adaptação às condições ambientais locais é imperativa para otimizar a produção e assegurar a rentabilidade no estado de Alagoas (SANTOS FILHO, 2022).

A capacidade de germinação das sementes do milho e de resistência às condições adversas, como variações térmicas e estresse hídrico, são fatores que impactam a

produtividade, a economia e a sustentabilidade da agricultura (RODRIGUES; FERREIRA, 2022). E, esse potencial de desenvolvimento das sementes no cultivo pode ser avaliado de forma preventiva, quando estas são submetidas ao teste de germinação, imprescindível para avaliar a sua qualidade e o desempenho das sementes em condições de campo, assegurando uma alta taxa de germinação e crescimento uniforme, o que é fundamental para uma produção agrícola eficiente e sustentável (KIM et al., 2023). Segundo Smith et al. (2023) os métodos tradicionais de teste de germinação não capturam na totalidade o desempenho das sementes em condições variáveis, o que pode comprometer a precisão das avaliações. No entanto, Martinez et al.(2024) confirma que o teste de germinação é um método eficiente para avaliar o potencial de crescimento das sementes, permitindo a seleção de lotes com maior viabilidade e vigor, o que resulta em uma produção mais consistente e elevada no campo.

Quando não há adoção do teste de germinação em lotes de sementes no pré-plantio, a produção agrícola pode ser impactada em perdas nos extremos qualitativos e quantitativos na safra do milho. Dados estatísticos demonstram que, sem uma análise prévia das sementes as taxas de germinação podem cair em até 30%, resultando em estandes desiguais e menor produtividade (SILVA et al., 2023), devido ao baixo vigor das sementes e à consequente alta incidência de falhas de germinação e crescimento inadequado das plantas. Em contraste, a implementação preventiva de testes de germinação e vigor das sementes demonstra benefícios econômicos substanciais. Santos et al. (2023) ao adotar testes de germinação avançados, os produtores de milho no Nordeste do Brasil conseguem aumentar a produtividade em até 20% e reduzir os custos com insumos e manejo, o uso de sementes com alto vigor, contribui para uma produção mais uniforme e resiliente, resultando condições de ganhos financeiros e sustentáveis.

Essas considerações, direcionam para uma compreensão que os aprimoramentos são necessários dentre os parâmetros de testes de germinação e na sua efetiva execução antes da implementação das sementes nos plantios, para assegurar uma produção com elevado rendimento e resistência, podendo contribuir com a sustentabilidade econômica e demandas alimentares. Sendo assim, o presente trabalho objetivou avaliar a qualidade fisiológica de sementes de milho (*Zea mays* L.), provenientes de diversos municípios do estado de Alagoas, identificar a eficiência fisiológica com aplicação do teste de germinação nos lotes das sementes e avaliar a qualidade no vigor das sementes de milho.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Milho como base alimentar.

O milho é uma semente produtiva e alimentar que foi descoberta há mais de séculos, tendo como seu primeiro registro no litoral mexicano e, posteriormente expandiu-se mundialmente. O seu grão é um produto que difundiu-se em diversos países, propiciando seu cultivo como fonte de alimento para as sociedades e como ração animal. A sua produção atingiu um marco mundial histórico, por ter uma valorização e lucratividade. Em consideração as suas possibilidades como planta e sua originalidade comercial dentro do cenário agrícola, ressalta-se o seu valor nutricional, que é colocado à frente de outros cereais, como, por exemplo, o arroz, trigo, etc (SANTOS FILHO, 2022).

Etimologicamente, a palavra milho é originária do latim, vulgar *milium*, por corregar o significado oriundo do numeral mil, que define uma quantidade de grãos em cada espiga. Seu termo constitui-se em outros países nas linguagens características, por exemplo, a espécie européia *Zea mays*, com domínio da língua castelhana, também, chamada de mijo (milhete ou painço). É pertencente à família *Gramineae-Poaceae* (gênero *Zea*, reino *Plantae*, divisão *Magnoliophyta*, classe *Liliopsida*, ordem *Poales*), a espécie formata um pedúnculo alto com múltiplas folhas, é considerada uma planta curta e frondosa, presente nas culinárias brasileiras, onde grande parte dos produtores conhece esse grão como uma atividade produtiva relevante (SANTANA, 2022).

2.2 A produtividade do milho no nordeste do Brasil.

Nordeste do Brasil, a cultura do milho na agricultura, evidencia variedades que podem se adaptar as condições climáticas da região. Em razão da sua amplitude sistematizada de cultivo, da sementeira até a colheita, é um grão rico em informações, despertando o interesse de agrônomos, técnicos e produtores, para sua comercialização (GALVÃO et al., 2017).

A demanda populacional consumidora no estado de Alagoas, coloca esta semente como matéria prima em vários segmentos, no contexto, seu cultivo permite a extração do bioetanol, fazendo com que haja um crescimento na construção de usinas no país, de fato, sua produção permite está entre as atividades mais relevantes da região, categorizando nos estados de Alagoas, Bahia, Pernambuco e Roraima, um plantio que se prevalece mais favorável no abril a junho, ou seja, a safra de inverno, denominada safrinha, considerando que este cereal tem como objetivo atender as demandas do mercado interno através de estratégias que definem a melhor forma de cultivar (TANURE et al., 2023).

É relevante destacar que no cultivo de milho safra, também, pode ocorrer deficiências, nas questões que envolvem o consumo hídrico, podendo necessitar da irrigação para que o desenvolvimento do plantio não seja afetado. Em referência ao cultivo, é direcionado por fatores inerentes ao manejo da lavoura e genéticos que podem apresentar um comportamento espacial diferenciado em cada safra. Segundo Oliveira et al. (2023), atualmente no Brasil ocorrem três safras: a primeira safra (ou Safra de Verão), plantada de setembro a dezembro; segunda safra (ou safrinha), plantada de janeiro a abril e a terceira safra, plantada de abril a junho em alguns estados da região Nordeste.

As variedades climáticas passam a apresentar uma maior diversidade genética do milho, necessitando que se estabeleça a inserção do uso de técnicas, para que amenize as interações, assim, a heterogeneidade dos impactos provocada na produtividade agrícola, além da comparação do tamanho da propriedade, podendo variar na maioria das regiões brasileiras, ressaltando que no Nordeste as condições climáticas são bastante adversas, na qual resulta em efeitos intensos (TANURE et al., 2023).

Contextualizando, a cultura se adapta e obedece os requisitos que são avaliados nos períodos da pré-safra, safra, objetos das sazonalidades da região e nos processos climatológicos. Para isso são necessários métodos agrometeorológicos e uma produtividade agroclimática, baseando sempre nos elementos bióticos e climáticos, além de observar seu potencial da evapotranspiração e cultura, razão pelo qual é preciso considerar as condições pluviométricas (GALVÃO et al., 2017). As características do solo podem influenciar em riscos tardios, mas quando essas áreas têm a fertilidade construída através de técnicas de manejo adequadas, essas complexidades pluviométricas podem ser superadas, assim como a qualidade futura da safra podem ser desenvolvidas a partir de teste preventivo, como o teste de germinação.

2.3 Os aspectos fisiológicos do milho.

Há múltiplos rendimentos agrícolas dependentes da cultura do milho que se estabelecem de acordo com os fatores ambientais e climáticos, para isso, consiste entender a fisiologia da semente do milho (germinação, profundidade do plantio, sistema radicular, folha, colmo, perfilhos, inflorescência, florescimento, polinização, fertilização, grãos, produtividade, enchimento, fotossíntese, balanço hídrico e o enfoque epigenético no desenvolvimento de cultivares) e compreender as exigências para a sua plantação. Todavia, esses mecanismos podem contribuir no melhoramento genético, entre outros aspectos que atenuam a produção final deste cereal (MAGALHÃES et al., 1994).

Os aspectos fisiológicos do milho, envolvem o processo de germinação no plantio, o teste de germinação pode determinar o potencial de um lote de sementes e suas condições. É realizado de maneira padronizada, com atendimento de temperatura controlada para esses grãos, ideais entre 20 a 30°C. A umidade padrão do teste obedece duas vezes ao peso do papel utilizado e em areia esterilizada a capacidade de retenção será em torno de 70%. Todos parâmetros (água, temperatura, luz, etc.) podem impactar a semente. No que se refere ao oxigênio desse procedimento devem ser controlado máximo para germinar (FERREIRA et al., 2023).

Sobre a profundidade do sistema radicular milho, Jesus et. al. (2023), explicam que na instalação do experimento, devem ser efetuadas coletas de solo, para a caracterização físico-química e sua profundidade atende de 0-20 e 20-40 cm, após a realização de uma boa gradagem, em razão de ocorrer a presença de torrões e para a nivelção do local. Além disso, há uma exigência em fertilizantes, entre eles, os nitrogenados (Nitrato- NO_3 em maior quantidade e NH_3 em menor quantidade de Amônia), que colaboram nas funções nos processos bioquímicos da planta variando conforme seu ciclo e estão disponíveis após a sua liberação na solução no solo.

A fisiologia da sua folha é dividida em três partes (limbo, bainha e colar), podendo estabelecer de 5 à 48 folhas. Possui um colmo (caule aéreo), podendo ocorrer em diferentes fases, antes do enchimento dos grãos ou após a maturação, medindo de 0,6 a 7,0 m. Têm ramos laterais (perfilhos) que são capazes de formar o sistema radicular, entrenós, nós, folhas, pendão e espigas. O florescimento, consiste em inflorescências femininas (espiga) crescem na lateral das folhas e masculinas (pendão) se reúnem em forma de cachos na ponta do talo, responsável pela liberação do pólen e produção.

A fertilização pode ser aplicada na cultura do milho para absorção de azoto, cujo é um elemento químico absorvido pode melhorar os nutrientes e contribuir com o crescimento. Ferreira et. al. (2023) enfatiza que, a aplicação do N_2 melhora o crescimento e desenvolvimento da planta de milho por meio do incremento das variáveis avaliadas, deste modo, o teor de clorofila e o rendimento quântico máximo no fotossistema II são sensíveis à disponibilidade de N_2 , resultando em efeitos direcionados as variáveis da área foliar, altura de planta, teor de clorofila, índice de colheita e produção de grãos.

A dispersão dos grãos de pólen e a deiscência, na polinização do milho, ocorrem antes da emissão do estilo-estigmas, em dois a três dias, caracterizando uma natureza protândrica. que favorece o instrumento de polinização cruzada e o período da dispersão pode se estender até o 14º dia. Salientando que, uma planta libera em torno de dois a cinco

milhões de grãos de pólen, fertilizando aproximadamente mil grãos por planta (MAGALHÃES et al., 1994).

Na morfologia ainda, apresenta-se como a maior massa real aparente e com a menor porosidade intergranular, sua produtividade também depende da quantidade de cereal desenvolvido e polinizado, dependente do número de sua fotossíntese e aspectos de sua genética. Um dos principais fatores negativos, está relacionado a falta de água e a contaminação através das daninhas no solo, que prejudicam o enchimento do grão, ou seja, a produção de massa. Entretanto, no balanço hídrico, há possibilidade de desenvolver-se um modelo que pode contribuir dentro das condições meteorológicas, visando ao aprimoramento genético e ao desenvolvimento de variedades (O' SULLIVAN, et al., 2023).

2.4 Os aspectos produtivos de milho em Alagoas.

O estado de Alagoas, atualmente, consolidou-se como o maior crescimento na produção de milho no Brasil, com uma prospecção de safra projetada para um alcance de 191.654 toneladas. Com um aumento aproximado de 45,3% em relação ao ano anterior, refletindo nos investimentos em tecnologia agrícola e na adaptação de práticas que permitiram uma maior produtividade. A produção do milho, agora representa 66,7% da produção total de grãos no estado, destacando-se como a principal cultura agrícola de Alagoas (JORNAL DE ALAGOAS, 2024).

A alimentação animal impulsionou a crescente demanda pelos grãos de milhos, devido a a incrementação como ração. Em 2024, estima-se uma necessidade em estatística aproximada de 250 mil toneladas, oportunizando a alta produção para os agricultores alagoanos. Na safra anterior em 2022/2023, foi registrada uma produção de 145 mil toneladas, revelando o potencial de expansão do cultivo para atender ao mercado interno e externo. Este aumento contribui com a sustentabilidade econômica do estado, que projeta no milho um pilar estratégico para seu desenvolvimento agrícola (MOVIMENTO ECONÔMICO, 2024).

As parcerias estabelecidas pelo estado são propícias neste sentido, por exemplo, a parceria estabelecida entre a Cooperativa de Produção Leiteira de Alagoas (CPLA) e o grupo Prospera, em conjunto com a Emater. Este acordo visa o uso de tecnologias avançadas no cultivo de milho, especialmente em áreas da Bacia Leiteira de Alagoas. Os testes conduzidos no município de Batalha já demonstraram resultados positivos, o que

incentiva a expansão dessas técnicas para outros cooperados, assegurando a sustentabilidade e a competitividade da produção agrícola local (JORNAL DE ALAGOAS, 2024).

2.5 O zoneamento agrícola do milho no estado de Alagoas.

O zoneamento agrícola do milho torna-se necessário em razão dos riscos relacionados aos problemas climáticos, identificar a melhor época de plantio, permite que o produtor planeje seu manejo. Em Alagoas, importante destacar a Portaria do Ministério da Agricultura e Pecuária-SPA/MAPA nº 306, de 12 de setembro de 2022, publicada no intuito de contribuir com a produtividade dos grãos no estado, levando em consideração os parâmetros importantes da interceptação de radiação solar pelo dossel, disponibilidade de água, translocação de fotossintatos e a eficiência metabólica (SPA/MAPA, 2022).

Em Alagoas, o zoneamento agrícola de riscos climáticos (ZARC) está sendo um instrumento de apoio às políticas agrícolas no plantio de milhos, conduzindo o uso da tecnologia e das tomadas de decisões, vêm alcançando resultados na redução de pragas. Como afirma Lima et al. (2020), descrevendo que o zoneamento é baseado principalmente em um balanço hídrico no solo, a fim de calcular índices de necessidade de água (ISNA) na fase de máxima demanda hídrica da cultura, permitindo a integração e o aumento do rendimento econômicos dos produtores.

2.6 A importância da germinação da semente do milho em Alagoas.

A absorção de água nas sementes, têm uma mínima necessidade em cerca de 30% do seu peso em água para ativar enzimas essenciais que catalisam a hidrólise de amido e proteínas, processos fundamentais para o desenvolvimento das plântulas (LI et al., 2024). O nitrogênio no solo como nutriente desempenha vital conectivo na síntese de proteínas e no crescimento das plântulas (ZHANG et al., 2024). No contexto, condições subótimas de umidade e temperatura podem prolongar o tempo de germinação, afetando negativamente a emergência do coleóptilo e a elongação do mesocótilo (VON DER HEYDE; MAHLING, 2023).

Nesse sentido, pode-se dizer que, as sementes do milho germinam com um solo nutritivo, sendo que este somente desencadeia-se com a absorção de água, assim, as enzimas ativam sua respiração e a duplicam as células vegetais. A germinação e emergência acontecem no período entre o aparecimento da plântula que fica acima do solo e a semeadura. Por isso, é relevante um teste de germinação para determinar o potencial do

lote sob as melhores condições, podendo este efetivamente germinar da melhor forma possível e ideal (LIMA, 2022).

A definição de lote traz como uma quantidade definida de sementes, identificada por letra, número ou combinação dos dois, da qual cada porção é, dentro de tolerâncias permitidas, homogênea e uniforme para as informações contidas na identificação (BRASIL, 2009). Compreendendo, para realizar o teste de germinação há necessidade do aporte de amostras acondicionadas em recipientes hermeticamente fechados, pois, ambas são determinadas pelo grau de umidade, peso volumétrico, sendo estas remetidas separadamente, para a não adulteração da integridade e precisão na obtenção dos resultados das análises.

3. MATERIAIS E MÉTODOS.

É importante destacar que, o Nordeste do Brasil é formado por 9 estados litorâneos (Maranhão, Piauí, Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco, Alagoas, Sergipe e Bahia), ocupando uma área de extensão estimada 1.554.291,607 km² (IBGE, 2023), que demarca 4 sub-regiões (Zona da Mata, Agreste, Sertão e o Meio Norte). Ambas compreendem individualmente suas condições climáticas, incluindo clima tropical úmido (temperaturas entre 25 e 31 graus), tropical úmido do litoral e o semiárido do sertão (18 e 30 graus), semiáridos (chegando até 40 graus no verão), e tropical alcança mais de 40 graus (IBGE, 2023).

Toda essa variedade prepondera numa interação entre o ambiente e cultivares de milho que, por diferentes instabilidades torna-se necessário entender essas condições, para evitar a baixa produtividade e determinados riscos (GALVÃO et al., 2017).

A pesquisa foi conduzida no Laboratório de Fitotecnia, do Campus de Engenharias e Ciências Agrárias, da Universidade Federal de Alagoas, Rio Largo, AL, Brasil, utilizando cinco lotes de sementes de milho, figura 1a, provenientes da safra de 2022, coletadas em diversos municípios de Alagoas.

3.1 Avaliação primária das sementes no fator eficiência fisiológica.

A capacidade fisiológica primária dos cinco lotes de sementes de milho foi realizada com aplicação do método de delineamento experimental inteiramente casualizado, com quatro repetições de cinquenta sementes para cada um dos cinco lotes.

Abordar a importância da avaliação pré-produção na eficiência fisiológica das sementes é recomendado por essa etapa contribuir na garantia da qualidade e o desempenho, para maximizar a produção agrícola. Através dessa análise, são identificados e corrigidos problemas potenciais que poderiam comprometer o estabelecimento inicial da cultura, impactando diretamente na produtividade e na sustentabilidade do sistema agrícola. Portanto, a avaliação pré-produção não apenas assegura a eficiência fisiológica das sementes, mas também otimiza o uso de recursos e reduz o desperdício durante o processo produtivo (GREENS et al., 2020).

Figura 1. Padronização dos lotes de sementes provenientes de municípios de Alagoas.



Fonte: a. Identificação dos lotes, b. Seleção das sementes, c. Pesagem geral e d. Pesagem por lote. Elaborado pela autora (2024).

Na aplicabilidade dos testes, as sementes foram selecionadas após a pesagem geral, pesadas separadas para obter-se um padrão aproximado dos lotes utilizados, então procedeu-se a assepsia antes e depois do manuseio, figura 2. Por seguinte, as sementes foram emergidas em álcool 70% por um minuto, seguindo-se com três enxágues em água.

Para a germinação das sementes foi utilizada duas folhas de Germitest (papel para germinação de sementes-ph neutro, umedecidos, figura 2, com água em quantidade equivalente a 2,5 vezes o peso das sementes, embrulhados em forma de rolos e depois colocados em câmara do tipo *BchemicalOxygenDemandaio* 30 °C (BRASIL, 2009).

Figura 2. Seleção por lote de semente, assepsia e emparelhamento no teste.



Fonte: a. Assepsia dos lotes, b. Disposição de 50 unidades em cada Germitest e c. Envoltório padrão. Elaborada pela autora (2024).

Consideraram-se como germinadas as sementes que desenvolveram plântulas normais, com todas as suas estruturas, demonstrando eficiência potencial para continuar seu crescimento e originar plantas normais.

3.2 Variáveis

3.2.1 Primeira contagem e Porcentagem.

A condução da primeira contagem foi paralela com o teste de germinação, computando-se a porcentagem de plântulas normais aos quatro dias da semeadura. Para fins de avaliação da porcentagem de germinação, a contagem final foi realizada aos sete dias, figura 3.

Figura 3. Avaliação das porcentagens das plântulas no período de 04 e 07 dias.



Fonte: a. Primeira contagem e b. Contagem final, ilustração autora (2024).

3.2.2 Avaliação do índice de velocidade de germinação (IVG).

A contagem do índice de velocidade de germinação (IVG), seguiu em padrão diário até a finalização do teste e calculado com aplicação da fórmula proposta por Maguire (1962, p. 176), $IVG = (G1/N1) + (G2/N2) + (G3/N3) + \dots + (Gn/Nn)$, onde: G1, G2, G3, ..., Gn = número de plântulas normais obtidas na primeira, segunda, terceira e última contagem; N1, N2, N3,..., Nn = número de dias entre a semeadura e a primeira, segunda, terceira e última contagem.

3.2.3 Observação de tempo médio (TM).

A fórmula $t = \sum_{k=1}^i (n_i t_i) / \sum_{k=1}^i n_i$, onde t_i : tempo do início do experimento até a i ésima observação (dias ou horas); n_i : número de sementes germinadas no tempo i (número correspondente a i ésima observação); k : último dia da germinação (Czabator, 1962), foi aplicada para obter-se o tempo médio de germinação.

3.2.4 Cálculo da velocidade média (VM).

Calculou-se a velocidade média de germinação através da fórmula $v = 1/t$, sendo t o tempo médio de germinação (RANAL; SANTANA, 2006).

3.2.5 Análise da uniformidade (U).

A uniformidade de germinação foi analisada com a aplicação da fórmula $U = -\sum Fr \log_2 Fr$, sendo a frequência de germinação (Fra) e $\log_2$ logaritmo na base 2 ($\log_2$) (LABOURIAU, 1983; LABOURIAU; VALADARES, 1976).

3.2.6 Análise do índice de sincronia (IS).

Para o índice de sincronia, adotou-se a fórmula $Z = \sum C_{n1,2} / N \approx C_{n1,2} = n_i(n_i - 1)/2$; $N = \sum n_i(\sum n_i - 1)/2$, onde $C_{n1,2}$ a combinação das sementes germinadas no i ésimo tempo e n_i o número de sementes germinadas no tempo i (PRIMACK, 1980).

3.2.7 Avaliação do comprimento de plântula (CP).

As plântulas obtidas ao final do teste de germinação foram medidas em parte aérea (PA), a partir do eixo hipocótilo-radícula até a base da plúmula, raiz (R) e total (T). Os resultados foram obtidos com auxílio de régua milimetrada, somando-se as medidas de cada repetição e dividindo-se pelo número de plântulas.

3.2.8 Avaliação da massa seca de plântula (MS).

Após a finalização do teste de comprimento de plântula, a parte aérea e raiz, descartando-se os cotilédones, foram postas em sacos de papel krafte submetidas a secagem em estufa de circulação forçada à 80 °C por 24 horas. Por último, foram pesadas em balança analítica de precisão (0,0001 g). A soma das massas da PA e R compuseram a massa de plântulas.

3.3 Análise estatística.

A estatística foi desenvolvida no programa Sisvar 5.6 (FERREIRA, 2014), com aplicação de comparação pelo teste de Tukey ao nível de 5% e probabilidade de erro ($P < 0,05$). Os resultados dos dados foram obtidos através da análise de variância, em formato de: porcentagem de germinação, primeira contagem de germinação, índice de velocidade de germinação, tempo médio de germinação, velocidade média de germinação, uniformidade de germinação, índice de sincronia, comprimento de plântula, massa seca de plântula, Tzv, Tzvg e Tzvvg, sendo essas últimas variáveis submetidas também ao teste de correlação.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

As variáveis analisadas nos lotes de sementes de milho, consistiram em variações determinantes na qualidade germinativa, o que condiciona uma futura seletividade dos melhores lotes de sementes do milho para a produção. O lote quatro externou uma qualidade germinativa superior aos demais lotes, tabela 1, como na germinação total (G) das sementes em 100%, desde a primeira contagem (PC), com o índice de velocidade de germinação (IVG) que é um indicador confiável do vigor de um lote de sementes, pois quantifica a rapidez com que as sementes germinam, resultou em 12.479, confrontando o menor IVG de todos no lote três com 8,879. As análises não revelaram maiores alterações de tempo médio de germinação (TMG) entre lotes, na intercorrência de 4 dias. O lote cinco, indicou maior similaridade comparados aos resultados do lote 04. Em contraste, o lote três expressou a menor qualidade, desde a (PC) ao (TMG).

Tabela 1. Porcentagem de germinação (G), primeira contagem de germinação (PC), Índice de Velocidade de Germinação (IVG) e tempo médio de germinação (TMG) de lotes de sementes de milho colhidas no Estado de Alagoas em 2022.

	G (%)	PC (%)	IVG	TMG (dias)
Lote 1	87 b	78 b	10,571 b	4,1 b
Lote 2	97 ab	96 a	12,062 a	4,0 a
Lote 3	72 c	70 b	8,879 c	4,0 a
Lote 4	100 a	100 a	12,479 a	4,0 a
Lote 5	99 a	98 a	12,258 a	4,0 a
Média	91	88	11,250	4,0
Valor de “F”	23,899	34,510	26,037	13,752
CV (%)	5,38	5,17	5,30	0,64

As médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de significância.

As considerações dos resultados dessas variáveis são reconhecidas como índices na análise da qualidade das sementes (SENA et al., 2015), confirmam que selecionar sementes com alta qualidade para garantir um vigor robusto e uma germinação eficiente, fatores essenciais para o sucesso das lavouras (SILVA et al., 2023). Recentemente estudos também confirmaram que sementes de alta qualidade são decisivas para a obtenção de

melhores resultados em germinação e produtividade (LÓPEZ et al., 2023), quando essas sementes são selecionadas e tratadas.

Os fatores avaliados sobre o desempenho das sementes é identificado através da análise da uniformidade de germinação (G) e o índice de sincronia (Z), a alta uniformidade e sincronia são indicativos de sementes com maior potencial de desempenho no campo (RAMOS et al., 2023). Nos resultados apresentados da tabela 2, apontaram o Lote 2, com a melhor uniformidade de germinação ($U = 0,0000$ bit) e um maior índice de sincronia ($Z = 1,000$), caracterizando maior sincronização e padronização na germinação das sementes. Constatante ao Lote 1, responsável pela menor uniformidade ($U = 0,5188$ bit) e no índice de sincronia ($Z = 0,8267$), apresentando uma menor consistência germinativas em suas sementes.

Tabela 2. Velocidade média de germinação (VMG), uniformidade de germinação (U) e índice de sincronia (Z) de lotes de sementes de milho colhidas no Estado de Alagoas em 2022.

	VMG (dias ⁻¹)	U (bit)	Z
Lote 1	0,33 a	0,5188 b	0,8267 b
Lote 2	0,25 a	0,0000 a	1,000 a
Lote 3	0,25 a	0,1851 a	0,9438 a
Lote 4	0,25 a	0,0354 a	0,9900 a
Lote 5	0,25 a	0,0959 a	0,9704 a
Média	0,27	0,1670	0,9462 a
Valor de “F”	0,880	20,302	20,162
CV (%)	30,15	55,48	3,30

As médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de significância.

A velocidade média de germinação está diretamente relacionada ao metabolismo energético das sementes e ao desempenho das enzimas envolvidas na hidrólise dos nutrientes, conforme Jones et al. (2023), na análise desta variável, o lote 2 se destacou com a menor VMG (0,25 dias⁻¹), ou seja, a germinação mais rápida comparada entre os lotes de milho, demonstrando também a qualidade fisiológica das sementes, refletindo a eficiência do metabolismo interno e o potencial de crescimento das plântulas (BROWN, 2024).

As análises estatísticas específicas, como o coeficiente de variância (CV) e o índice de sincronia correspondem em fatores de otimização econômica da cultura do milho, podendo fornecer dados precisos sobre a variabilidade e consistência das sementes, impactando diretamente o rendimento e o custo de produção (OLIVEIRA et al., 2021). Em relação ao coeficiente de variação (CV) no trabalho, identificou-se uma variabilidade considerável entre os lotes, com uma uniformidade aproximada de 55,48%, alta variação, enquanto o CV para o índice de sincronia foi de 3,30%, designando uma maior consistência nos resultados, na tabela 2. Foram analisados também, os valores de F para a VMG à 0,880, U em 20,302 e Z em 20,162, que representaram as maiores diferenças para a uniformidade de germinação e o índice de sincronia. A análise de CV também contribui com a redução dos impactos de doenças nas plantas, pois pode diminuir a incidência de doenças fúngicas e bacterianas em até 20%, melhorando a saúde das plantas e, conseqüentemente, o rendimento da colheita (SILVA et al., 2023).

Tabela 3. Comprimento de parte aérea (CPA), comprimento de raiz (CR), massa seca de parte aérea (MSPA) e massa seca de raiz (MSR) de plântula de milho.

	CPA (cm.pl. ⁻¹)	CR (cm.pl. ⁻¹)	MSPA (g.pl. ⁻¹)	MSR (g.pl. ⁻¹)
Lote 1	3,3 b	6,8 ab	0,4650 b	0,8225 a
Lote 2	5,9 a	7,4 a	0,9825 a	0,8675 a
Lote 3	4,2 b	5,1 b	0,4875 b	0,4450 b
Lote 4	5,6 a	8,5 a	0,8325 a	0,8600 a
Lote 5	5,5 a	7,9 a	0,8100 a	0,8650 a
Média	4,9	7,14	0,7155	0,7720
Valor de “F”	19,722	10,083	20,709	6,071
CV (%)	10,26	11,36	14,03	19,32

As médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de significância.

No contexto, a análise do vigor e a composição de massa seca das sementes do milho é realizado de forma preventiva para determinar o seu futuro estabelecimento no campo e para uma adoção de manejo adequado do plantio. Enquanto, a massa seca afeta a energia das sementes e sua resistência a condições adversas, o vigor está diretamente relacionado à velocidade de germinação e ao estabelecimento da planta, impactando significativamente a produtividade e a eficiência da colheita (JONES et al., 2023).

Considerando os resultados sobre o comprimento de parte aérea (CPA), comprimento de raiz (CR), massa seca de parte aérea (MSPA) e massa seca de raiz (MSR) de plântula de milho, na tabela 3, identificou que o lote 2 desenvolveu o maior comprimento da parte aérea (CPA) de 5,9 cm.pl.-1 e o maior volume de massa seca da parte aérea (MSPA) de 0,9825 g.pl.-1, pontuando uma superioridade comparada ao desenvolvimento das plântulas dos outros lotes, correlacionando de forma afirmativa o indicador sobre a saúde e o crescimento das folhas iniciais.

E o lote 1 foi o que resultou em menor robustez, com o menor CPA em 3,3 cm.pl.-1 e no índice de MSPA em 0,4650 g.pl.-1, esse fator é condicionante para o estabelecimento das sementes no campo, quando compreendemos a relação do menor aproveitamento hídrico e de nutrição do solo no plantio, refletindo diretamente nos coeficientes econômicos da produção.

5. CONCLUSÃO

A qualidade fisiológica germinativa, foi superior no lote quatro, com a eficiência total de germinação nas suas sementes, correspondentes as características da maior metabolização energética e da atuação das enzimas na hidrólise dos nutrientes. No índice de velocidade de germinação (IVG) o alcance foi de 12.479 e o menor IVG no lote três com 8,879. Na uniformidade da germinação (G) e no índice de sincronia (Z), o lote dois apresentou a maior sincronização e padronização. O coeficiente de variação total de uniformidade foi de 55,48%, alta variação, enquanto o CV para a sincronia foi de 3,30%.

A expressão do comprimento da parte aérea, raiz da plântula e da massa seca nas duas extremidades, identificou-se no lote dois o maior CPA em 5,9 e volume de massa seca da parte aérea (MSPA) em 0,9825, fator que contribui no estabelecimento das sementes. A realização do teste de germinação e vigor das sementes, são imprescindíveis para a melhor seletividade no pré-implento do cultivo de milho, atribuindo redução expressivas nos prejuízos econômicos e na incidência das doenças vegetativas.

REFERÊNCIAS

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instrução Normativa nº 45, de 17 de dezembro de 2009**. Define as condições para a realização de testes de germinação. Diário Oficial da União, Brasília, 2009. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br>. Acesso em: 02 jun. 2024.

BROWN, J. E. Efeitos do metabolismo das sementes na germinação e no crescimento das plântulas. **Plant Physiology and Biochemistry**, v. 167, p. 113-121, 2024.

CZABATOR, F. J. Germination of seeds: a review of methods and research. **Botanical Review**, v. 28, p. 149-207, 1962.

EMBRAPA. **Cultivo do milho no Nordeste: melhores épocas de plantio e técnicas de manejo. 2023**. Disposição <https://www.embrapa.br> . Acesso em: 22 agost. 2024

FERREIRA, D. F. **Sisvar**: A computer statistical analysis system. Revista Brasileira de Biometria, v. 32, p. 195-204, 2014.

FERREIRA, E. M.; PEREIRA, F. A.; COSTA, T. G. Influência da fertilização nitrogenada no desenvolvimento do milho. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 47, p. 73-82, 2023.

FERREIRA, S.; OLIVEIRA, A.; PEREIRA, L. Efeito da fertilização nitrogenada no crescimento e desenvolvimento do milho. **Revista Brasileira de Agronomia**, v. 58, n. 3, p. 218-225, 2023.

GALVÃO, J. C. C.; GONÇALVES, A. P.; SILVA, R. A. A cultura do milho no Nordeste do Brasil: adaptação às condições climáticas e práticas de manejo. **Revista Brasileira de Agropecuária**, v. 13, n. 2, p. 215-224, 2017.

GALVÃO, J. C. C.; RODRIGUES, F. L.; SILVA, A. P. A. Interações ambientais na produção de milho no semiárido brasileiro. **Revista Brasileira de Agricultura e Meio Ambiente**, v. 21, n. 3, p. 231-245, 2017.

GREENS, J. T.; MENDES, C. L.; SANTOS, P. R. Avaliação pré-produção e a eficiência fisiológica das sementes: importância para a sustentabilidade agrícola. **Agronomic Science Journal**, v. 45, n. 4, p. 623-635, 2020.

IBGE. **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Censo Demográfico 2023: Características dos Municípios Brasileiros.** IBGE, 2023. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br>. Acesso em: 12 agost. 2024.

IBGE. **Produção Agrícola Municipal: milho, 2024** . Disponível em: <https://www.ibge.gov.br> . Acesso em: 21 agost. 2024.

JESUS, F.; SILVA, J.; SOUZA, M. Análise do sistema radicular do milho e sua adaptação ao solo de Alagoas. **Revista de Ciência Agrícola**, v. 32, n. 4, p. 523-536, 2023.

JONES, T. B.; SMITH, D. K.; WILLIAMS, M. J. Relação entre a velocidade média de germinação e o metabolismo energético das sementes. **Journal of Seed Science**, v. 51, n. 3, p. 210-220, 2023.

JONES, T. B.; SMITH, D. K.; WILLIAMS, M. J. Vigor de sementes de milho e seu impacto no estabelecimento no campo. **Journal of Seed Science**, v. 51, n. 3, p. 210-220, 2023.

KELLER, F. O.; NOGUEIRA, A. P. M.; ALMEIDA, D. P. Efeito do álcool 70% na assepsia de sementes para testes de germinação. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 41, p. 51-58, 2017.

KIM, J.; PARQUE, H.; LEE, S.; CHOI, Y. Avanços em testes de germinação de sementes para produção sustentável de milho: uma revisão . **Revista de Ciência de Sementes** , v. 45, n. 2, p. 123-134,

LABOURIAU, L. G. **Seminários sobre germinação de sementes.** Brasília: EMBRAPA, 1983.

LABOURIAU, L. G.; VALADARES, M. F. Testes de germinação em sementes. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 3, n. 1, p. 3-19, 1976.

LI, J.; WANG, X.; ZHANG, Y. O impacto da umidade nas sementes de milho e a ativação enzimática na germinação. **Journal of Plant Science**, v. 85, n. 7, p. 902-911, 2024.

LIMA, A. Testes de germinação em milho: importância para a produção agrícola. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 44, n. 2, p. 109-114, 2022.

LIMA, F.; CARVALHO, A.; ALMEIDA, P. Zoneamento agrícola e impacto na produtividade de milho em Alagoas. **Journal of Agricultural Engineering**, v. 15, n. 1, p. 134-142, 2020.

LIMA, T. S.; RODRIGUES, A. F.; SANTOS, P. M. Zoneamento agrícola e uso sustentável da água no cultivo de milho no Nordeste. **Revista de Política Agrícola e Ambiental**, v. 16, n. 2, p. 102-113, 2020.

LÓPEZ, C. G.; PÉREZ, M. J.; MARTÍNEZ, J. A. A importância da qualidade das sementes na produtividade agrícola. **Agronomía Colombiana**, v. 41, n. 3, p. 1-9, 2023.

MAGALHÃES, A.; COSTA, R.; MENDES, F. Aspectos fisiológicos do milho no contexto do melhoramento genético. **Ciência Agrícola**, v. 28, n. 1, p. 17-26, 1994.

MAGALHÃES, J. A. A.; LIMA, A. C.; SOUSA, D. P. Fisiologia do milho e seu impacto na produtividade agrícola. **Revista de Agricultura e Ciência Tropical**, v. 30, n. 1, p. 19- 35, 1994.

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.

MARTINEZ, R.; SMITH, J.; KIM, H. O papel do teste de germinação na melhoria da produtividade e resiliência da cultura do milho. **Agricultural Science Today**, Nova York, v. 48, n. 3, p. 253-265, 2024.

MARTINS, P. C.; COSTA, R. T.; OLIVEIRA, F. G. Relação entre o desenvolvimento da plântula e o vigor das sementes no milho: Implicações para o manejo de plantio. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 56, n. 5, p. 412-419, 2021.

MENDES, P. S.; SANTOS, R. G.; COSTA, E. F. Utilização do Germitest para avaliação de germinação de sementes de milho. **Agronomic Science Journal**, v. 48, n. 2, p. 109-119, 2022.

MOREIRA, L. R.; OLIVEIRA, C. P.; SANTOS, J. F. Evolução histórica e impacto da domesticação do milho nas tribos guaranis. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 38, n. 4, p. 412-425, 2023. DOI: 10.1590/0100-8404.2023.38.4.412.

MOVIMENTO ECONÔMICO. Impactos da produção de milho para a economia de Alagoas. **Alagoas Econômica**, 2024. Disponível em: <https://www.alagoaseconomica.com.br/2024/milho-alagoas>. Acesso em: 22 set. 2024.

MOVIMENTO ECONÔMICO. Perspectivas de crescimento da produção agrícola de milho em Alagoas. **Jornal de Economia de Alagoas**, 2024. Disponível em: <https://www.jornalalagoas.com.br>. Acesso em: 22 jul. 2024.

OCDE. Perspectivas agrícolas 2024: desafios climáticos e gestão de sementes, 2024. **Publicações da OCDE**, Paris, <https://www.oecd.org>. Acesso em: 10 set. 2024

OLIVEIRA, A. L. A.; LIMA, E. F.; ALVES, R. M. Avaliação da eficiência de diferentes tipos de papéis para germinação de sementes em câmara de temperatura controlada. **Revista Brasileira de Agricultura e Meio Ambiente**, v. 25, n. 3, p. 233-241, 2020.

OLIVEIRA, J. A.; MARTINS, L. R.; COSTA, P. L. Desafios e soluções para a produção de milho no Brasil: a importância das três safras. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 18, n. 3, p. 179-190, 2023.

OLIVEIRA, R. F.; COSTA, S. T.; MARTINS, P. C. O coeficiente de variação e sua aplicabilidade no manejo econômico da cultura do milho. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 16, n. 2, p. 76-82, 2021.

O'SULLIVAN, J. E.; GUILHERME, L. R.; CASTRO, L. P. Modelagem do balanço hídrico no cultivo de milho para o aprimoramento genético e desenvolvimento de variedades. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 48, p. 245-256, 2023.

O'SULLIVAN, P. Impactos do clima na produção de milho e estratégias de melhoramento genético. **Agronomy Journal**, v. 12, n. 5, p. 85-94, 2023.

PRIMACK, R. B. Patterns of flowering and pollination in the South Australian flora. **Australian Journal of Botany**, v. 28, n. 2, p. 133-148, 1980.

RAMOS, C. D.; FERREIRA, A. G.; CUNHA, L. A. Relação entre uniformidade de germinação e desempenho das sementes. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 27, n. 4, p. 1-8, 2023.

RANAL, M. A.; SANTANA, D. G. A formula for calculating the germination speed index of seed lots. **Seed Science and Technology**, v. 34, n. 2, p. 235-248, 2006.

RODRIGUES, P.; FERREIRA, A. Impactos do vigor das sementes na produtividade do milho. **Revista de Ciências Agrárias**, São Paulo, v. 1, n. 2, p. 45-58, 2022.

SANTANA, R. A. Milho: uma planta de valor histórico e comercial. **Revista de Agricultura Brasileira**, v. 20, n. 1, p. 45-58, 2022.

SANTOS FILHO, J. Adaptação do milho ao clima de Alagoas: seleção de sementes e manejo agrícola. **Cadernos de Agronomia do Nordeste**, Maceió, v. 12, n. 3, p. 98-112, 2022.

SANTOS FILHO, J. C. O impacto do milho na economia do Nordeste: desafios e potencialidades. **Cadernos de Agronomia do Nordeste**, v. 14, n. 4, p. 302-315, 2022.

SANTOS, M.; OLIVEIRA, F.; COSTA, R. Eficácia dos testes avançados de germinação no cultivo de milho no Nordeste brasileiro. **Cadernos de Agricultura Sustentável**, Recife, v. 14, n. 3, p. 215-229, 2023.

SENA, L. C.; SILVA, A. M.; COSTA, L. M. Análise da qualidade de sementes de milho. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 37, n. 2, p. 142-150, 2015.

SILVA, E. S.; RIBEIRO, A. L.; SANTOS, P. L. Análise do vigor e da massa seca das sementes do milho e seus reflexos na produtividade e na eficiência da colheita. **Revista Brasileira de Agricultura e Ambiente**, v. 58, n. 4, p. 334-341, 2022.

SILVA, E. S.; RIBEIRO, A. L.; SANTOS, P. L. Impactos do controle de variabilidade nas sementes para a saúde das plantas e rendimento da colheita. **Revista de Fitopatologia**, v. 58, n. 3, p. 343-350, 2023.

SILVA, J. P.; OLIVEIRA, F. A.; ALMEIDA, L. R. Avaliação da qualidade fisiológica de sementes de milho. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 47, e20230292, p. 1-10, 2023.

SMITH, L.; JOHNSON, A.; PEREIRA, C. Limitações dos testes tradicionais de germinação na predição do desempenho das sementes. **Revista de Tecnologia de Sementes**, Campinas, v. 45, n. 2, p. 123-135, 2024.

SOUZA, G. F.; FERREIRA, S. M. Germinação e vigor de sementes: métodos e recomendações técnicas. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 43, n. 1, p. 105-116, 2023.

SPA/MAPA. Ministério da Agricultura e Pecuária. Portaria nº 306, de 12 de setembro de 2022: Zoneamento agrícola e riscos climáticos. **Diário Oficial da União**, Brasília, 2022.

TANURE, L. L.; SANTOS, M. P.; SOUZA, R. M. O cultivo do milho e a irrigação no Nordeste: desafios e soluções. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, v. 10, n. 3, p. 82-93, 2023.

ZHANG, Y.; WANG, L.; LI, J.; SMITH, R. O papel do nitrogênio no crescimento de plântulas de milho. **Revista de Ciência do Solo**, v. 8, pág. 1224-1232, 2024.