

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
INSTITUTO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
CURSO DE AGRONOMIA - UBERLÂNDIA

GABRIEL MORAES FERREIRA

POTENCIAL FISIOLÓGICO DE SEMENTES DE MILHO EM FUNÇÃO DE
ADUBAÇÃO MINERAL E ORGANOMINERAL

UBERLÂNDIA - MG
NOVEMBRO - 2021

GABRIEL MORAES FERREIRA

**POTENCIAL FISIOLÓGICO DE SEMENTES DE MILHO EM FUNÇÃO DE
ADUBAÇÃO MINERAL E ORGANOMINERAL**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
ao Instituto de Ciências Agrárias da
Universidade Federal de Uberlândia como
requisito parcial para obtenção do grau de
Engenheiro Agrônomo.

Orientador: Prof. Dr. Hamilton Kikuti

**UBERLÂNDIA - MG
NOVEMBRO - 2021**

GABRIEL MORAES FERREIRA

**POTENCIAL FISIOLÓGICO DE SEMENTES DE MILHO EM FUNÇÃO DE
ADUBAÇÃO MINERAL E ORGANOMINERAL**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
ao Instituto de Ciências Agrárias da
Universidade Federal de Uberlândia como
requisito parcial para obtenção do grau de
Engenheiro Agrônomo.

Uberlândia, 12 de Novembro de 2021

Banca Examinadora:

Prof. Dr. Hamilton Kikute (UFU)

Orientador

Eng. Agr. Ms. Daniel Bonifácio Oliveira Cardoso

Membro da Banca

Eng. Agr. Ana Flávia Oliveira Nascimento

Membro da Banca

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a Deus, por ter me proporcionado uma vida maravilhosa, repleta de amor e carinho, pelo crescimento pessoal e até mesmo profissional que tive durante minha formação.

A minha família, pelo apoio incondicional para que eu pudesse me formar, fazendo de tudo para me manter na faculdade mesmo morando fora, especialmente meus pais Clodoaldo e Alexandra que foram quem me manteve durante esses anos todos, meu irmão João Felipe pelo companheirismo e palavras de incentivo que me ajudou bastante não só financeiramente, mas também como meu exemplo de profissional a ser seguido e minha avó Naudira que me apoiou com muitas palavras de incentivo. E também a todos meus familiares que estiveram presentes de forma direta ou indireta.

A minha noiva Bruna, que esteve comigo durante todo meu período de formação me dando forças e me motivando para que eu pudesse concluir o curso.

Ao meu orientador Prof. Dr. Hamilton Kikuti, pela paciência e pelos ensinamentos a mim passados.

Aos meus amigos que fiz na universidade em pouco tempo, pelo companheirismo e amizade companheiros de festas e estudos, que de alguma forma me apoiaram, incentivaram e fizeram parte de minha formação, deixo aqui o meu muito obrigado a todos vocês!

FERREIRA, GABRIEL MORAES. **Potencial fisiológico de sementes de milho em função de adubação mineral e organomineral.** Trabalho de conclusão de Curso. Curso de Agronomia, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia – MG. 30p. 2021.

RESUMO

Melhorar a produtividade de milho usando novas tecnologias relacionadas à produção e qualidade fisiológica de sementes têm sido o foco de várias linhas de pesquisa. Sementes de baixo vigor podem diminuir a velocidade de emergência de plântulas, e a porcentagem de plantas emergidas, refletindo em baixa produtividade. A fertilização correta fornece nutrientes de forma eficiente para as plantas, melhorando o crescimento e impactando positivamente na colheita de sementes de qualidade superior. Diante do exposto, o objetivo deste trabalho foi avaliar o potencial fisiológico de sementes de milho em função de adubação mineral e organomineral, utilizada em cobertura. O trabalho foi realizado no Laboratório de Análise de Sementes (LASEM) situado na Universidade Federal de Uberlândia (UFU), Campus Umuarama, em Uberlândia, Minas Gerais. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, envolvendo a adubação mineral (100% da recomendação de N e K, utilizando as fontes Ureia e Cloreto de Potássio) e cinco porcentagens de adubação organomineral em relação à recomendação de adubação (40, 60, 80, 100 e 120%), com formulação 14-00-14, além de uma testemunha sem adubação de cobertura. A colheita das sementes do híbrido Supremo Viptera 3 foi realizada manualmente até os 120 dias após o plantio. Depois de colhidas, as sementes foram acondicionadas em sacos de papel do tipo krafite e encaminhadas ao laboratório para a realização das análises do seu potencial fisiológico. Procedeu-se à classificação das sementes em peneiras utilizando um jogo de peneiras manuais com crivos oblongos 12, 14, 16, 18, submetidas à agitação manual durante um minuto, sendo em seguida determinada a porcentagem em massa dos grãos retidos em cada uma das peneiras. O Teste de Germinação foi realizado com as sementes retidas na peneira com crivos oblongos de número 18. Em cada tratamento, 200 sementes de milho foram distribuídas em quatro rolos de 50 sementes. A unidade experimental foi composta pelo posicionamento das 50 sementes para germinar entre folhas de papel Germitest na forma de rolos (2 folhas de papel Germitest + 1 folha de papel Germitest), estes umedecidos com o volume correspondente a proporção de 2,5 vezes sua massa (g) de água deionizada, e temperatura em câmara de crescimento de 20-30°C e fotoperíodo de 12 horas somente com uma avaliação, aos 8 dias após a sua instalação. Avaliou-se o vigor das plântulas pela classificação em plântulas mortas, plântulas normais fracas (< 3cm), plântulas normais pequenas (< 5cm e > 3cm), plântulas normais grandes (> 5cm) e, plântulas anormais, bem como a porcentagem de germinação (porcentagem total de plântulas normais germinadas: fracas, pequenas e grandes). Constatou-se efeitos significativos das diferentes doses de adubo organomineral no teste de porcentagem total de germinação. Todos os modelos de regressão significativos foram do tipo quadrático, contudo, com valores de coeficientes de determinação (R^2) baixo. As doses de adubo organomineral e mineral em cobertura não apresentaram efeitos no potencial germinativo de sementes de milho.

Palavras-chave: *Zea mays*, qualidade de sementes, germinação, vigor.

FERREIRA, GABRIEL MORAES. **Physiological potential of corn seeds as a function of mineral and organomineral fertilization.** Trabalho de conclusão de Curso. Curso de Agronomia, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia – MG. 30p. 2021.

ABSTRACT

Improving productivity using new technologies related to seed production and physiological quality has been the focus of several lines of research. Low vigor seeds can decrease the percentage of emerged plants and seedling emergence speed, reflecting in low productivity. The correct fertilization efficiently supplies nutrients to plants, improving growth and positively impacting the harvest with superior quality seeds. Given the above, the objective of this work was to evaluate the physiological potential of corn seeds as a function of mineral and organomineral fertilization, used in coverage. The work was carried out at Laboratório de Análise de Sementes (LASEM) located at Universidade Federal de Uberlândia (UFU), Campus Umuarama, in Uberlândia, Minas Gerais state. The experimental design used was a randomized block design, involving mineral fertilization (100% of the N and K recommendation, using Urea and Potassium Chloride sources) and five percentages in relation to the fertilization recommendation, using organomineral fertilization, with formulation 14-00-14 (40, 60, 80, 100 and 120%), in addition to a control without fertilization. Seed harvesting of the Supreme Viptera 3 hybrid was performed manually from 105 to 120 days after planting. After harvesting, the seeds were placed in kraft-type paper bags and sent to laboratory for analysis. Seeds were classified in sieves using a set of manual sieves with 12, 14, 16, 18 oblong sieves, submitted for one minute, and then percentage by weight of the grains retained in each sieve was determined. The germination test was carried out with seeds retained in the sieve with 18-size oblong sieves. In each treatment, 200 corn seeds were distributed in four rolls of 50 seeds. The experimental unit consisted of placing the 50 seeds to germinate between sheets of Germitest paper in the form of rolls (2 sheets of Germitest paper + 1 sheet of Germitest paper), these moistened with volume corresponding to a proportion of 2, 5 times its mass (g) of deionized water, and temperature in a growth chamber of 20-30°C and a 12-hour photoperiod with only one evaluation, 8 days after installation. Seedling vigor was evaluated by classifying dead seedlings, small seedlings (< 5cm and > 3cm), large seedlings (> 5cm) and weak seedlings (< 3cm), abnormal seedlings and germination percentage (total percentage of normal seedlings germinated, sum of normal large, small and weak seedlings). Significant effects of different doses of organomineral fertilizer were verified in the test of total germination percentage. All significant regression models were of the quadratic type, however, with coefficients of determination (R^2) values below the preweighted one. The different doses of organomineral fertilizer in topdressing had no negative effects on germination and vigor of corn seeds.

Keywords: *Zea mays*, seed quality, germination, vigor.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 -	Plântula de milho e planta de milho madura.....	15
Figura 2 -	Sementes de milho em papel Germitest para preparação do rolo e acondicionamento em câmara de germinação.....	22
Figura 3 -	Acondicionamento das amonstras dentro do germinador, em temperatura controlada.....	22
Figura 4 -	Percentual (%) de Plântulas Mortas em sementes de milho em função de doses de adubo mineral e organomineral.....	25
Figura 5 -	Percentual de germinação (%) de Plântulas Grandes em sementes de milho em função de doses de adubo mineral e organomineral.....	25
Figura 6 -	Percentual de germinação (%) de Plântulas Pequenas em sementes de milho em função de doses de adubo mineral e organomineral.....	25
Figura 7 -	Percentual de germinação (%) de Plântulas Fracas em sementes de milho em função de doses de adubo mineral e organomineral.....	25
Figura 8 -	Percentual de germinação (%) da variável analisada Totais de Germinação em sementes de milho em função de doses de adubo mineral e organomineral.....	26

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 -	Resumo de tratamentos do experimento conduzido em campo experimental para realização das análises de potencial fisiológico em laboratório.....	20
Tabela 2 -	Índice de fertilidade dos elementos analisados na análise de solo.....	20
Tabela 3 -	Determinações de massa das sementes (gramas) colhidas manualmente em jogo de peneiras manuais com crivos oblongos 12, 14, 16, 18 e fundo, submetidas durante um minuto.....	21
Tabela 4 -	Resumo da análise de variância das avaliações do teste de germinação realizado em função de diferentes doses de adubo mineral e organomineral.....	24
Tabela 5 -	Modelos e equações das variáveis analisadas em sementes de milho em função de doses de adubo mineral e organomineral.....	24

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

VIPTERA 3	Evento transgênico pertencente à empresa Syngenta
UFU	Universidade Federal de Uberlândia

SUMÁRIO

1	Introdução	12
2	Revisão bibliográfica	14
2.1	Cultura do milho	14
2.2	Adubação organomineral na cultura do milho	16
2.3	Qualidade fisiológica de sementes de milho	17
2.4	Importância dos nutrientes na germinação do milho	18
2.5	Influência do tamanho e forma das sementes de milho na germinação	19
3	Materiais e métodos	20
4	Resultados e discussão	24
5	Conclusões	27
	REFERÊNCIAS	28

1 INTRODUÇÃO

O milho (*Zea mays* L.) é uma das espécies cultivadas mais antigas do mundo e é de grande importância econômica global. É a segunda maior safra por produção agrícola no Brasil, superado apenas pela soja, com aproximadamente 19,5 milhões de hectares plantados em safra 2020/2021, e uma produção total de 108,6 milhões de toneladas (CONAB, 2021).

Além de ser um dos cereais de maior cultivo em todos os continentes, é uma das culturas mais importantes para o Brasil devido à sua lucratividade, extensa área de cultivo e uso como alimento humano e animal bem como matéria-prima na indústria (BENEDETI et al., 2016). Melhorar produtividade usando novas tecnologias relacionadas à produção semente e qualidade fisiológica têm sido o foco de várias linhas de pesquisa. Sementes de qualidade e boas práticas de manejo são essenciais para o sucesso da cultura do milho, garantindo o estabelecimento adequado de plantas no campo.

O vigor da semente é definido como "propriedades da semente que determinam o potencial de emergência rápida e uniforme, e desenvolvimento de plântulas em uma ampla variedade de condições de campos" (AOSA, 2002). Geralmente, baixa velocidade de germinação, alta sensibilidade a estresses de sementes e plântulas durante o processo de germinação, e as plântulas com lentidão, menores e crescimento irregular ou com menor desenvolvimento radicular, são típicas características de sementes com baixo potencial fisiológico (MARCOS-FILHO, 2005).

Desta forma, sementes de baixo vigor podem diminuir a porcentagem de plantas emergidas e velocidade de emergência de plântulas, crescimento, área foliar e acúmulo de massa seca (SCHUCH et al., 2000). Diferenças no crescimento inicial da cultura em relação à vigor de semente são descritos na literatura para arroz (*Oryza sativa* L.) (HOFS et al., 2004; MELO et al., 2006; MIELERZSKI et al., 2008), aveia preta (*Avena strigosa* Schreb.) (SCHUCH et al., 2000), milho (*Zea mays* L.) (DIAS et al., 2010; MONDO et al., 2012), e soja [*Glycine max* (L). Merrill] (KOLCHINSKI et al., 2006; SCHUCH et al., 2009; DIAS et al., 2011).

Heterogeneidades, no momento da emergência das plantas afetam desenvolvimento do dossel (POMMEL et al., 2002). Egli e Rucker (2012) confirmaram que sementes de milho de alto vigor sempre têm emergência mais uniforme do que sementes de baixo vigor. Em tal caso, plantas com atraso de emergência, em qualquer fase terão um desenvolvimento inferior do que as plantas com emergência precoce. Dentro deste contexto, as diferenças na capacidade

competitiva de luz e outros recursos como água e nutrientes do solo em decorrência da adubação, que ocorrem em consequência do crescimento inicial desigual da planta, serão evidenciadas.

O uso de sementes de alto vigor garante uma população adequada de plantas, mesmo com variação climática, e permite maior produção quando a densidade das plantas é menor. O tratamento de sementes também pode contribuir para o aumento de produtividade e maior uniformidade no campo. Desta forma, além da fertilização tradicional, muitos produtores estão usando adubação organomineral para complementar o fornecimento de nutrientes para as plantas (EVANGELISTA et al., 2010).

Os fertilizantes têm papel importante na produtividade das lavouras, principalmente o milho, e estão entre as principais limitações da produção agrícola no país. Entre as dificuldades para uma maior eficiência, podemos citar: encontrar a melhor época para fertilizar, utilizar fonte mineral ou organomineral e a quantidade adequada. A fertilização correta fornece nutrientes de forma eficiente para as plantas, melhorando o crescimento e impactando positivamente na colheita de sementes de qualidade superior (SILVA et al., 2020).

Estudos de Correa et al. (2016) encontraram um aumento de 20% na produção de matéria seca nas plantas de milho, quando utilizaram fertilizante organomineral comparado a fonte mineral, resultados que corroboram os observados por Grohskopf et al. (2011). Os autores relacionaram a alta eficiência agronômica dos organominerais aos benefícios que a matéria orgânica atua na redução da capacidade de retenção de fósforo no solo, devido à competição pela adsorção de minerais locais, aumentando assim a disponibilidade e o uso desse nutriente. Entretanto, nenhum dos autores citados anteriormente avaliaram as influências do uso de fertilizantes organominerais sobre a germinação e vigor das sementes de milho.

Diante do exposto, o objetivo deste trabalho foi avaliar o potencial fisiológico de sementes de milho em função da utilização da adubação mineral, e doses de organomineral em cobertura.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Cultura do milho

O milho (*Zea mays* L.) pertence à família das gramíneas *Poaceae* (*Gramineae*), tribo *Maydeae*. O milho cultivado é uma planta totalmente domesticada e uma das espécies mais produtivas de plantas comestíveis. É uma planta C4 com alta taxa de atividade fotossintética, uma razão de multiplicação de 1:600 - 1:1000, e o maior potencial para a produção de carboidratos por unidade de área por dia. A planta é cultivada em uma ampla diversidade de ambientes localizados a partir de 58 ° N no Canadá a 40 ° S na Argentina (PALIWAL et al., 2000).

Hoje, o milho é o grão de cereal mais importante em termos de produção. O milho se tornou o líder mundial, superando o arroz e trigo há cerca de 10 anos, devido ao desenvolvimento de genótipos regulares de alto rendimento e genótipos geneticamente modificados e suas adaptações a diferentes ecossistemas. É o cereal mais bem classificado em rendimento de grãos por hectare. Milho tem alto valor econômico e importância mundial não só como alimento humano, mas também como ração animal e como matéria-prima para uma grande quantidade de indústrias de produtos e biocombustíveis. Na agricultura de subsistência, o milho é cultivado e utilizado como alimento básico, mas em países desenvolvidos, com um aumento concomitante na demanda por farinha de trigo e alimentos de origem animal, o uso principal é como ração animal. Como resultado, em muitos países desenvolvidos, mais de 85% do milho produzido ou importado é usado para ração animal (FAO, 2018).

O milho é o cereal mais amplamente cultivado e consumido no mundo, com uma produção de mais de 1 bilhão de toneladas métricas e uma área colhida de quase 200 milhões de hectares em 2020. A produção mundial de milho aumentou devido a área de terra dedicada à sua produção e o rendimento por unidade de terra. Em 2020, cerca de 70 e 63 milhões de hectares foram plantados com milho na América e na Ásia, respectivamente (FAO, 2020). O continente americano produz quase 55% da produção total mundial, seguido pela Ásia, Europa e Oceania. Os Estados Unidos produzem 32% do total mundial, seguido pela China (22%), Brasil (9,5%), Argentina (4,3%) (USGC, 2021).

Em condições ideais de temperatura e umidade, as sementes de milho germinam entre 6 e 15 dias após o plantio. O tempo real varia significativamente, dependendo do tipo, temperatura e umidade do solo. O fitohormônio giberelina desempenha um papel importante

2.2 Adubação organomineral na cultura do milho

Os diversos sistemas de produção agrícola têm como subprodutos vários resíduos orgânicos que podem ser utilizados como fonte de nutrientes para solos, o que pode ser uma opção interessante para preservar a qualidade do ambiente (MELLO; VITTI, 2002).

Para a cultura do milho a adubação é muito importante devido às exigências de nutrientes conforme a produção desejada. Dentre os nutrientes necessários para a cultura, os principais são o nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca) e o magnésio (Mg), essa maior exigência está ligada ao fato da planta exportar estes nutrientes para o grão (COELHO, 2006).

O potássio desempenha um papel fundamental no transporte de carboidratos, principalmente, na condutância estomática; além disso, permite uma maior tolerância da planta à perda de umidade do solo (SIMÃO et al., 2018). O nitrogênio também atua diretamente no crescimento das plantas, pois tem participação direta na fotossíntese, é parte constituinte da clorofila, vitaminas, carboidratos e proteínas. As plantas sem N não crescem adequadamente, permanecem pequenas e crescem menos folhas (SIQUEIRA, 2018). O acúmulo de proteínas nas sementes é importante porque eles representam a primeira fonte de aminoácidos nas primeiras horas de embebição, como aminoácidos livres em sementes secas são insuficientes para síntese de proteína (BEWLEY et al., 2013). Em milho, o acúmulo de proteínas de armazenamento ocorre durante os estágios iniciais do desenvolvimento do endosperma, sendo retido até estágios posteriores no endoplasmático retículo, corpos proteicos ou em células de aleurona (REYES et al., 2011). Portanto, o alto teor de proteína em sementes pode representar um equilíbrio benéfico de aminoácidos em sementes, melhorando a velocidade de desenvolvimento da semente e uniformidade.

Os adubos minerais são uma ótima fonte de nutrientes para as plantas, mas não melhoram em nada as propriedades físicas do solo (RABELO, 2015). A matéria orgânica do solo (MO) pode ser influenciada pela utilização de fertilizantes químicos e materiais orgânicos, que influenciam positivamente no solo (LEITE et al., 2003).

Além da adubação química, é importante também adicionar materiais orgânicos no solo para melhorar a qualidade do solo devido sua gradativa liberação de nutrientes, reduzindo processos de volatilização e lixiviação (LEITE et al., 2003). Combinar o uso de adubos químicos e material orgânico é recomendado na forma de manejo alternativo, possibilitando a estabilidade produtiva e a manutenção da alta produtividade (CANCELLIER et al., 2011).

Estudos de Correa et al. (2016) encontraram um aumento de 20% na produção de matéria seca nas plantas de milho, quando utilizaram fertilizante organomineral comparado a fonte mineral, resultados que corroboram os observados por Grohskopf et al. (2011). Os autores relacionaram a alta eficiência agronômica dos organominerais aos benefícios que a matéria orgânica atua na redução da capacidade de retenção de fósforo no solo, devido à competição pela adsorção de minerais locais, aumentando assim a disponibilidade e o uso desse nutriente. Entretanto, nenhum dos autores citados anteriormente avaliaram as influências do uso de fertilizantes organominerais sobre a germinação e vigor das sementes de milho.

A fertilização correta fornece nutrientes de forma eficiente para as plantas, melhorando o crescimento e impactando positivamente na colheita de sementes de qualidade superior (SILVA et al., 2020).

2.3 Qualidade fisiológica de sementes de milho

O vigor da semente é definido como "propriedades da semente que determinam o potencial de emergência rápida e uniforme, e desenvolvimento de plântulas em uma ampla variedade de condições de campos" (AOSA, 2002). Geralmente, baixa velocidade de germinação, alta sensibilidade a estresses de sementes e plântulas durante o processo de germinação, e as plântulas com lentidão, menor e irregular crescimento ou com menor desenvolvimento radicular, são típicas características de sementes com baixo potencial fisiológico (MARCOS-FILHO, 2005).

A disponibilidade de sementes de milho de qualidade é necessária para a semeadura garantir o estabelecimento da cultura com sucesso, mas a falta de disponibilidade de tais sementes é um fator limitante no aumento da produção de milho de alguns países. O vigor da semente é o forma mais aceitável para avaliar a qualidade da semente. É, portanto, uma característica abrangente e um índice importante da qualidade da semente, além de estar intimamente relacionado com o desempenho no campo.

O uso de sementes de alta qualidade é a base para aumentar o rendimento e o componente fisiológico da qualidade da semente tem sido objeto de vários estudos, uma vez que as sementes são submetidas a uma série de mudanças degenerativas após a maturidade (FREITAS; NASCIMENTO, 2006). Uma vez que a deterioração das sementes armazenadas é um fenômeno natural e as sementes tendem a perder viabilidade e vigor mesmo sob condições ideais de armazenamento, alguns autores sugerem que a taxa de deterioração das sementes varia

muito de uma espécie para outra e até mesmo entre variedades da mesma espécie (BHATTI; SATO, 1997).

O desempenho as capacidades de muitas sementes se deterioram devido a variações na temperatura, umidade relativa e teor de umidade em armazenamento (ABDUL-BAKI, 1980). Além disso, o desempenho do milho no campo pode ser influenciado por muitos fatores internos e ambientais, sendo o mais importante desses fatores internos, o vigor da semente (GHASSEMI-GOLEZANI, 2011).

O vigor da semente pode influenciar o rendimento da cultura tanto por meio de efeitos diretos quanto indiretos; os efeitos indiretos incluem aqueles sobre a emergência de porcentagem que influenciam o rendimento, alterando a densidade da população de plantas e arranjo; enquanto os efeitos diretos são aqueles sobre a taxa de emergência que influenciam o vigor e a uniformidade das plântulas. Além disso, o uso de testes de vigor é útil em monitorar a qualidade das sementes que desde a maturidade estão sujeitas à redução no vigor que precede a perda de viabilidade (MENDONÇA et al., 2008).

No entanto, é importante estudar a emergência e o crescimento das plântulas para compreender a sua sobrevivência em condições reais. Estudos demonstram que o alto vigor da semente pode aumentar o tamanho da plântula por meio da melhoria da taxa de germinação da semente (GHASSEMI-GOLEZANI, 2011; POWELL, 2009).

2.4 Importância dos nutrientes na germinação do milho

Muitos elementos e compostos químicos são necessários para crescimento e metabolismo da planta. Nitrogênio (N) é um dos nutrientes-chave no controle da germinação de sementes. Em 2002, um estudo fisiológico (LIMAMI et al., 2002) destacou o papel central da glutamina (*Gln*) sintetase (GS) e da síntese de *Gln*, que é importante para o metabolismo do nitrogênio durante a germinação de sementes de milho. A atividade de glutamina sintetase e o conteúdo de aminoácidos aumentaram durante germinação de milho. Sementes de milho que demonstraram uma taxa de germinação mais rápida apresentaram maior atividade de GS. Dois genes, *gln3* (glutamina sintetase 3) e *gln4*, desempenharam um papel importante na regulação da germinação do milho. Estes resultados sugeriram que o aumento da glutamina (*Gln*) sintetase (GS) e a síntese de *Gln* estimulam e estabilizam o metabolismo do nitrogênio no processo de germinação. O metabolismo do nitrogênio é um dos eventos metabólicos mais importantes durante a germinação, e é importante para a síntese de aminoácidos nos processos germinativos iniciais em sementes de milho (XUE et al., 2021).

Além do nitrogênio, o açúcar também possui atividade trófica e sinalizadora no crescimento e desenvolvimento das plantas. Enzimas relacionadas ao metabolismo de carboidratos, como a piruvato desidrogenase, 2-oxoglutarato desidrogenase, enzima NAD-málica, citrato sintase, α -amilase, β -amilase e enzima de ramificação de amido participam na regulação da germinação de sementes de milho (XIA et al. 2011).

O fósforo também é necessário para a germinação da semente. Na semente, o fósforo é armazenado principalmente na forma de fitato (PARK et al. 2006). No milho, 86% do total de fósforo endógeno está localizado no escutelo e os 14% restantes no endosperma (NADEEM et al. 2011). Após a germinação, 98% do fitato da semente foi hidrolisado, revelando uma alta demanda por fósforo durante a germinação de semente de milho. Estudos anteriores mostraram que o fitato armazenado no escutelo começou a hidrolisar a partir do 1º dia após a semeadura e atingiu um patamar máximo entre o 5º e 7º dia; o fitato foi convertido em fósforo orgânico e cátions minerais que se tornaram disponíveis para as plântulas de milho (NADEEM et al. 2011). Junto com nitrogênio e fósforo, potássio, sódio, cálcio e outros elementos também podem ser fatores nutricionais na germinação de sementes de milho e precisam de mais estudos para sua compreensão (XUE et al., 2021).

2.5 Influência do tamanho e forma das sementes de milho na germinação

O tamanho e a forma da semente também são características importantes que afetam a germinação (ENAYAT GHOLIZADEH, 2012). O tamanho e a forma da semente de milho variam consideravelmente devido à genética e ao meio ambiente condições durante o crescimento e desenvolvimento, especialmente durante o estágio de enchimento de grãos (MODI; AKINNUOYE, 2018). A localização da semente na espiga também desempenha um papel importante na decidir o tamanho da semente (GRAVEN; CARTER, 1990).

Convencionalmente, a semente de milho é categorizada por tamanho e forma. Embora alguns agricultores não costumem diferenciar as formas e tamanhos das sementes, estudos anteriores mostraram que a germinação e o vigor do milho são significativamente afetados pelo tamanho e forma da semente. Tekrony et al. (2005) relataram que a taxa de germinação e os índices de vigor foram menores nas sementes redondas do que nas planas. Modi e Akinnuoye (2018) também relataram diferenças na performance de germinação em sementes de milho relacionando forma e tamanho de semente como fatores determinantes para essas variações.

3 MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado no Laboratório de Análise de Sementes (LASEM) situado na Universidade Federal de Uberlândia (UFU), Campus Umuarama, em Uberlândia, Minas Gerais.

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, envolvendo sete tratamentos (Tabela 1), envolvendo diferentes concentrações de adubo organomineral (40, 60, 80, 101, 120%) da recomendação de adubação de cobertura, uma dose de adubo mineral (100%) e uma testemunha, com quatro repetições de 50 sementes.

Tabela 1. Resumo dos tratamentos, descrição dos valores em gramas utilizados em cada unidade experimental (g.fileira de 5 m) em cada tratamentos do experimento, e percentual da recomendação de adubação de cobertura, conduzido em campo experimental para obtenção das sementes utilizadas nas análises de potencial fisiológico em laboratório.

TRATAMENTOS	DESCRIÇÃO	DOSES (g.fileira de plantas)	PERCENTUAL (%)
1	Testemunha	0	0
2	Mineral	71,5g de Ureia e 54g. de KCl	100
3	Organomineral	93 g	40
4	Organomineral	140 g	60
5	Organomineral	187 g	80
6	Organomineral	230 g	101
7	Organomineral	280 g	120

Utilizou-se o híbrido Supremo Viptera 3 desenvolvido pela Syngenta para a região do Cerrado do Brasil central, sendo indicado para as regiões nos estados de Goiás, Minas Gerais e para o Mato Grosso. Este híbrido possui características como: ampla adaptação as regiões de cultivo, elevado potencial produtivo, ciclo precoce, excelente qualidade de colmo e grão duro alaranjado.

A Tabela 2 mostra os teores de nutrientes e características do campo experimental onde foram semeadas e colhidas as sementes para realização das análises de potencial fisiológico.

Tabela 2. Índice de fertilidade dos elementos analisados na análise de solo.

pH H ₂ O	P me ^h - ¹	S-SO ₄ ⁻²	B	Fe	Cu	Mn	Zn	K ⁺	Ca ⁺	Mg ⁺	Al ⁺ ₃	H + Al	M.O.
1:2,5	mg.dm ⁻³							Cmolc.dm ⁻³				dag.kg ⁻¹	
6,9	29,9	5,0	0,6	1,1	53,0	5,7	2,2	0,7	2,6	1,6	0,0	1,8	3,0

Para a obtenção das amostras de sementes, o plantio em campo foi realizado em 19/03/2020. A área das parcelas no campo foi constituída de 24 metros quadrados, sendo 4

linhas de 6 metros de comprimento. A população final adotada foi de 65.000 pl.ha⁻¹. Os tratamentos culturais foram feitos seguindo o manejo adotado pelo agricultor, por se tratar de um campo experimental em área comercial.

A colheita das sementes foi realizada manualmente na área útil de 10 metros, sendo 2 linhas centrais de 5 metros de comprimento, após o período da maturidade fisiológica, até os 120 dias após a semeadura. Depois da colheita e debulha manual, as sementes de cada unidade experimental, devidamente identificadas, foram acondicionadas em sacos de papel do tipo kraft e encaminhadas ao laboratório de análise de sementes da UFU para a realização dos testes de potencial fisiológico.

Procedeu-se à classificação das sementes em peneiras utilizando um jogo de peneiras manuais com crivos oblongos 12, 14, 16, 18, submetidas à agitação manual durante um minuto, sendo em seguida determinada a porcentagem em massa dos grãos retidos em cada uma das peneiras. As respectivas determinações de massa podem ser observadas na Tabela 3.

Tabela 3. Resultados médios das determinações de massa das sementes (gramas) colhidas manualmente e classificadas em jogo de peneiras manuais com crivos oblongos 12, 14, 16, 18 e fundo, submetidas à agitação manual durante um minuto.

Tratamentos	Peneiras					Total
	18	16	14	12	Fundo	
T1	111,79	309,44	518,14	737,88	202,72	1879,98
T2	107,41	359,25	1023,82	586,42	21,59	2098,50
T3	109,69	387,26	906,48	453,03	37,84	1894,30
T4	102,53	485,22	957,30	516,30	25,87	2087,23
T5	131,52	272,01	791,34	901,20	107,94	2204,00
T6	172,01	652,10	851,80	361,41	87,78	2125,10
T7	184,85	553,08	948,63	303,41	90,67	2080,65

T1: Testemunha; T2: Adubação mineral; T3: Adubação organomineral 40%; T4: Adubação organomineral 60%; T5: Adubação organomineral 80%; T6: Adubação organomineral 101%; T7: Adubação organomineral 120%.

O Teste de Germinação foi realizado com as sementes retidas na peneira com crivos oblongos de tamanho 18. Em cada tratamento, 200 sementes de milho foram distribuídas em quatro rolos de 50 sementes. A unidade experimental (Figura 2) foi composta pelo posicionamento das 50 sementes para germinar entre folhas de papel Germitest na forma de rolos (2 folhas de papel Germitest + 1 folha de papel Germitest), estes umedecidos com o volume correspondente a proporção de 2,5 vezes sua massa (g) de água deionizada.



Figura 2. Sementes de milho em papel Germitest para preparação do rolo e acondicionamento em câmara de germinação. **Fonte:** Ferreira (2021).

Os rolos de papel do teste de germinação foram acondicionados em germinador à temperatura de 20-30°C e fotoperíodo de 12 horas (Figura 3).

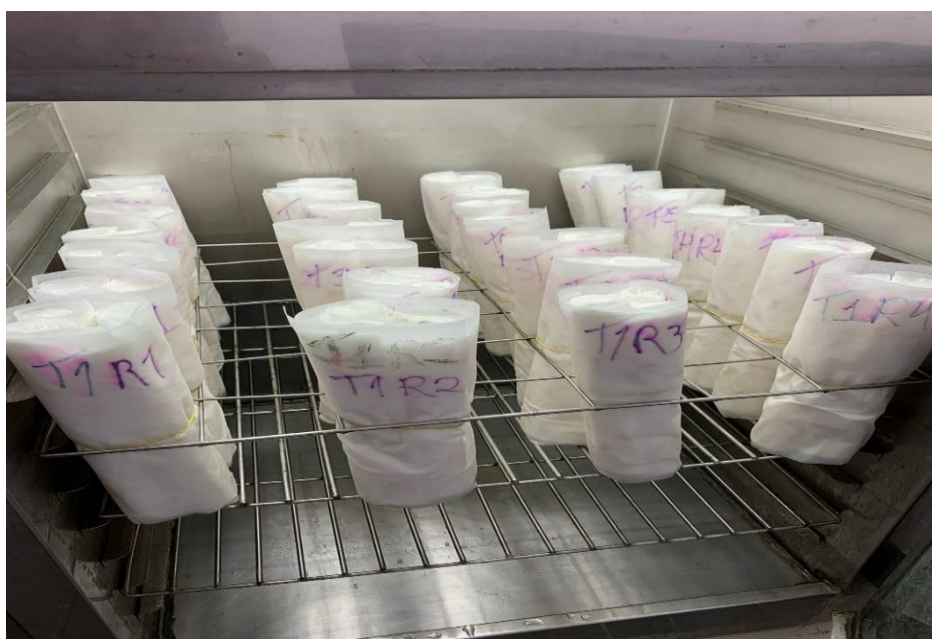


Figura 3. Acondicionamento das amostras dentro do germinador, em temperatura controlada de 20-30°C e fotoperíodo de 12 horas. **Fonte:** Ferreira (2021).

Avaliou-se o vigor das plântulas pela classificação em plântulas mortas, plântulas fracas (< 3cm), plântulas pequenas (< 5cm e > 3cm), plântulas grandes (> 5cm), plântulas anormais e

a porcentagem de germinação (porcentagem total de plântulas normais germinadas, soma das plântulas normais fracas, pequenas e grandes) determinada 8 dias após a montagem do teste.

Os resultados foram submetidos à análise de variância e teste de F e as médias comparadas pelo teste Tukey, 0,05% e análise de regressão, considerando o maior coeficiente de determinação, utilizando-se o pacote computacional SISVAR (FERREIRA, 2008).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Em relação as avaliações realizadas no teste de germinação (PM – % Plântulas Mortas; PA – % Plântulas Anormais; PG – % Plântulas Normais Grandes; PP – % Plântulas Normais Pequenas; PF – % Plântulas Normais Fracas e TG – % Total de Germinação), com exceção do percentual de plantas anormais, constatou-se em todas as demais características efeitos significativos das diferentes doses de adubo organomineral e adubação mineral (Tabela 4).

Tabela 4. Resumo da análise de variância das avaliações do teste de germinação (PM – % Plântulas Mortas; PA – % Plântulas Anormais; PG – % Plântulas Normais Grandes; PP – % Plântulas Normais Pequenas; PF – % Plântulas Normais Fracas e TG – % Total de Germinação) realizado em função de diferentes doses de adubo mineral e organomineral.

FV	GL	QUADRADO MÉDIO					
		PM	PA	PG	PP	PF	TG
DOSES	6	38,95 *	4,24 ^{NS}	122,49 *	87,90 *	67,05 *	66,56 *
BLOCOS	3	3,72 ^{NS}	6,48 ^{NS}	20,27 ^{NS}	22,07 ^{NS}	23,24 ^{NS}	13,64 ^{NS}
ERRO	18	2,25 ^{NS}	4,00 ^{NS}	10,09 ^{NS}	15,43 ^{NS}	6,17 ^{NS}	6,92 ^{NS}
CV (%)		34,63	38,78	12,26	7,62	19,19	2,91
MÉDIA		4,34	5,16	25,91	51,64	12,94	90,50

FV: Fontes de Variação.

GL: Graus de Liberdade.

NS: Não significativo a 5% de probabilidade, teste F.

* Significativo a 5% de probabilidade, teste F.

O coeficiente de variação (CV) variou de 2,91 a 38,78 para as características de Totais de Germinação (TG) e Plântulas Anormais (PA), respectivamente. Os valores encontrados neste intervalo são considerados adequados para este tipo de análise.

A análise de regressão feita para todas as características significativas pode ser observada na Tabela 5. Todos os modelos significativos foram do tipo quadrático, contudo, com valores de coeficientes de determinação (R^2), o que demonstra que os valores médios encontrados não se ajustaram perfeitamente no modelo escolhido (Figuras 4, 5, 6, 7 e 8).

Tabela 5. Modelos e equações das variáveis analisadas em sementes de milho em função de doses de adubo mineral e organomineral.

VARIÁVEL	EQUAÇÃO	MODELO	R^2
PM	$Y = 3,07 + 0,10x - 0,0009x^2$	Quadrática	24,59%
PA	-	-	-
PG	$Y = 19,01 + 0,31X - 0,0023X^2$	Quadrática	46,03%
PP	$Y = 53,97 - 0,16X - 0,0014X^2$	Quadrática	23,23%
PF	$Y = 18,29 - 0,26X - 0,0020X^2$	Quadrática	60,03%
TG	$Y = 91,27 - 0,12X - 0,0011X^2$	Quadrática	24,34%

PM – Plântulas Mortas; PA – Plântulas Anormais; PG – Plântulas Grandse; PP – Plântulas Pequenas; PF – Plântulas Fracas e TG – Totais de Germinação.

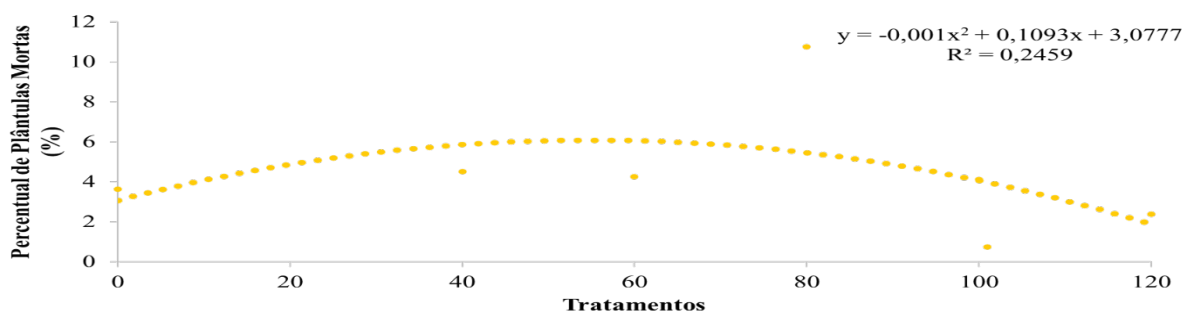


Figura 4. Percentual (%) de Plântulas Mortas em sementes de milho em função de doses de adubo mineral e organomineral.

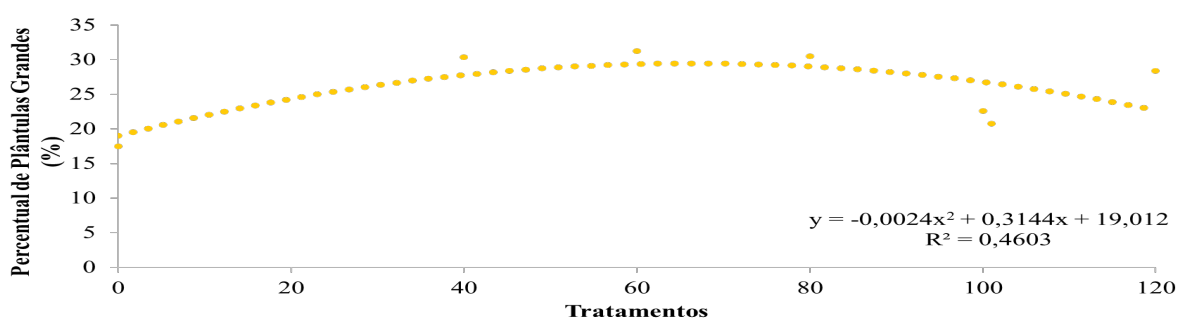


Figura 5. Percentual de germinação (%) de Plântulas Grandes em sementes de milho em função de doses de adubo mineral e organomineral.

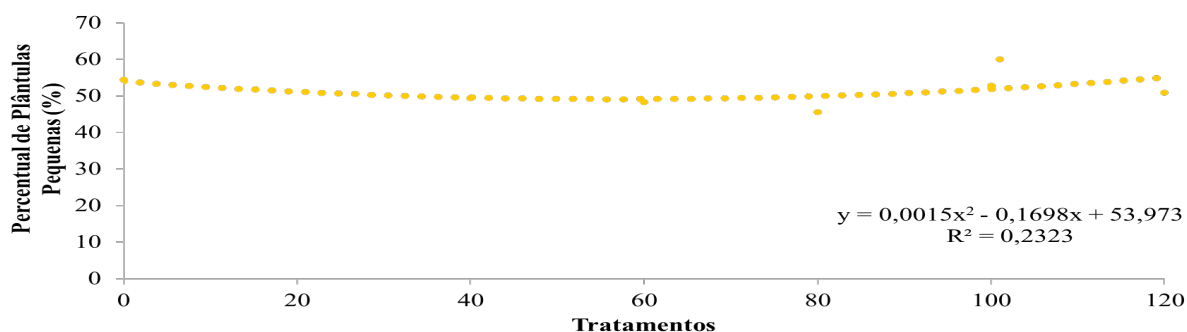


Figura 6. Percentual de germinação (%) de Plântulas Pequenas em sementes de milho em função de doses de adubo mineral e organomineral.

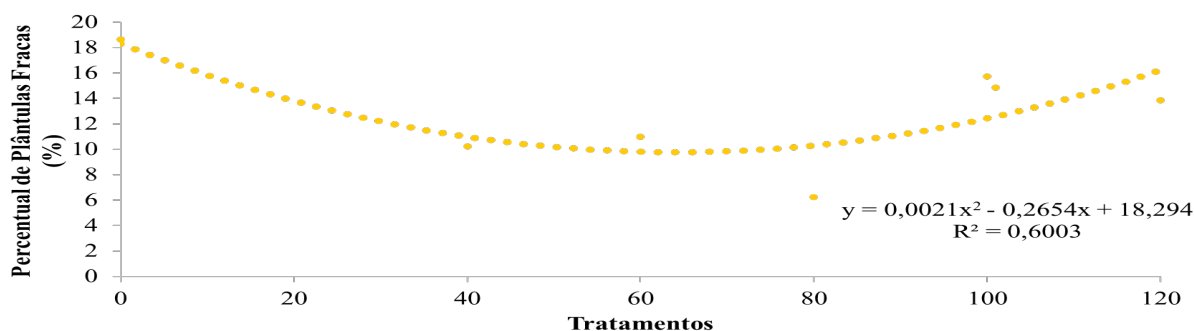


Figura 7. Percentual de germinação (%) de Plântulas Fracas em sementes de milho em função de doses de adubo mineral e organomineral.

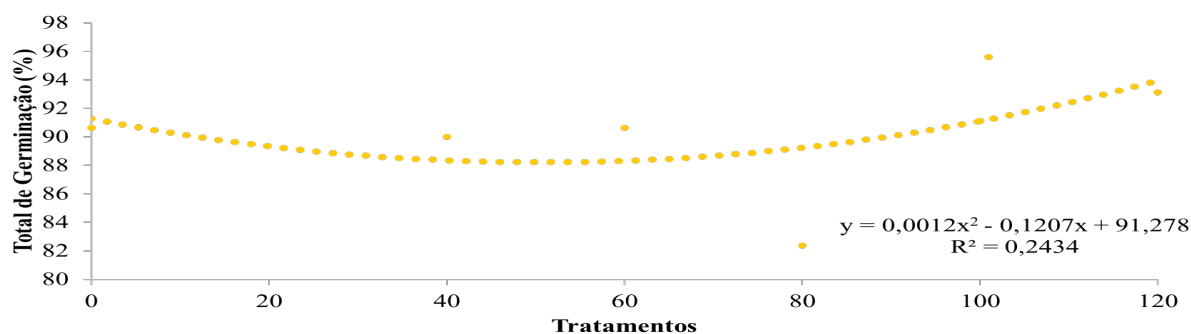


Figura 8. Percentual de germinação (%) da variável analisada Totais de Germinação em sementes de milho em função de doses de adubo mineral e organomineral.

Importante ressaltar que os valores encontrados no teste de germinação para todos os tratamentos estão acima do padrão mínimo exigido na Legislação Brasileira, que é de 85% (BRASIL, 2009), exceto o tratamento 5 (80% da dose mineiral com adubação organomineral). Esses resultados demonstram que esse lote de sementes colhidas a campo, mesmo após o armazenamento, apresentava alta viabilidade.

Embora a germinação e o vigor estejam intimamente associados, o vigor da semente é altamente complexo em comparação com a germinação padrão e fornece informações adicionais para auxiliar na diferenciação do potencial fisiológico de lotes de sementes, capacidade de armazenamento e desempenho potencial no campo (MIGUEL; MARCOS FILHO, 2002).

É importante se destacar que a utilização ou não da adubação organomineral não prejudicou a germinação e vigor das sementes de milho. Macedo et al., (2018) e Cardoso et al., (2011) também constataram em sementes de gergelim e alface, respectivamente, avaliando as suas qualidades fisiológicas, que este tipo de resposta se deve aos processos de liberação e ciclagem dos minerais, que nos adubos orgânicos, são mais gradativos e contribuem para retenção dos nutrientes nos colóides do solo, tornando-os mais facilmente disponíveis para a planta. Além disso, a matéria orgânica melhora as condições químicas, físicas e biológicas do solo, através de uma bioestruturação envolvendo o microbioma local, fato este potencializado pelas características físico-químicas do solo, como a textura e a capacidade de troca de cátions (SOUZA; RESENDE, 2006).

A progressiva necessidade da produção de sementes com qualidade física, fisiológica, genética e sanitária para atender a crescente demanda por alimentos, gera a busca constante de manejos e ferramentas capazes de atingir esse objetivo, sendo, portanto, a adubação organomineral uma nova alternativa para a produção de sementes de milho com alta qualidade fisiológica.

5 CONCLUSÕES

As diferentes doses de adubo organomineral não apresentaram efeitos negativos no potencial fisiológico, germinação e vigor das sementes de milho.

REFERÊNCIAS

- ABDUL-BAKI, A.A. Bio Chemical aspects of seed vigour. **Hort.Sci.** 15, 765-771, 1980.
- AKINNUOYE, D. B.; MODI, A. T. Effect of soil fertility and maturity stages at harvest on maize yield under rain-fed conditions. **Archives of Agronomy and Soil Science**, v.64, n.5, p.668-681, 2018.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL SEED ANALYSTS (AOSA). **Seed vigor testing handbook**. (Contribution, 32): Stillwater, OK, 2002.
- BENEDETI, P. D. B., PAULINO, P. V. R., MARCONDES, M. I., MACIEL, I. F. S., SILVA, M. C., FACIOLA, A. P. Partial replacement of ground corn with glycerol in beef cattle diets: intake, digestibility, performance, and carcass characteristics. **PLoS One**, 11(1), 2016, e0148224. doi: 10.1371/journal.pone.0148224
- BEWLEY, J. D.; NONOGAKI, H.; HILHORST, H. W. M.; BRADFORD, K. **Seeds: physiology of development, germination and dormancy**. New York, NY: Springer New York, 2013. 392 p.
- BHATTI, M.S.; SATO, H. **Viability testing**. Annual report, Plant Genetic resources Institute, Nat. Agric. Res.Center, Islamabad Pakistan, 1997.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para Análise de Sementes**. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Brasília, DF: Mapa/ACS, 2009. 398p.
- CANCELLIER, L.L.; AFFÉRI, F.S.; ADORIAN, G.C.; RODRIGUES, H.V.M.; MELO A.V.; PIRES, L.P.M.; CANCELLIER, E.L.; Adubação orgânica na linha de semeadura no desenvolvimento e produtividade do milho. Semina: **Ciências Agrárias**, v. 32, n. 2, p. 527-540, abr/jun. 2011, Londrina, PR.
- CARDOSO, A.I.I.; FERREIRA, K. P.; VIEIRA JUNIOR, R. M.; ALCARDE, C. Alterações em propriedades do solo adubado com composto orgânico e efeito na qualidade das sementes de alface. **Hor Bra.** 26(1): 594-599, 2011.
- COELHO, M. A. **Nutrição e adubação do milho**. Sete Lagoas, MG: Ministério de Agricultura pecuária e abastecimento, 2006.
- COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO (CONAB). **Grãos**, safra 2020/2021, 2021. Recuperado de <http://www.conab.gov.br/conteudos.php?a=1253>
- CORREA, J. C., GROHSCOPF, M. A., NICOLOSO, R. S., LOURENÇO, K. S., MARTINI, R. Organic, organomineral, and mineral fertilizers with urease and nitrification inhibitors for wheat and corn under no-tillage. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, 51, 916-924, 2016.
- DIAS, M.A.N.; MONDO, V.H.V.; CICERO, S.M. Maize seed vigor and weed competition. **Brazilian Seed Journal**, v.32, n.2, p.93-101, 2010.

DIAS, M.A.N.; PINTO, T.L.F.; MONDO, V.H.V.; CICERO, S.M.; PEDRINI, L.G. Direct effects of soybean seed vigor on weed competition. **Brazilian Seed Journal**, v.33, n.2, p.346-351, 2011.

EGLI, D.B.; RUCKER, M. Seed vigor and the uniformity of emergence of corn seedlings. **Crop Science**, v.52, n.6, p.2774-2782, 2012.

ENAYAT GHOLIZADEH, M. R. Assessment of seedling green percentage, seedling green rate and seedling emergence index of corn S.C704 source effect and seed size in Khuzestan. **Aust. J. Basic Appl. Sci.** v.6, p.490-494, 2012.

EVANGELISTA, J. R. E., OLIVEIRA, J. A., BOTELHO, F. J. E., CARVALHO, B. O., VILELA, F. DE L., OLIVEIRA, G. E. Qualidade fisiológica e produtividade de sementes de feijão oriundas de sementes tratadas com enraizante e nutrição mineral das plantas. **Ciência e Agrotecnologia**, 34(Esp.), 1664-1668, 2010.

FERREIRA, D. F. SISVAR: Um programa para análises e ensino de estatística. **Revista Symposium**, 6, 36-41, 2008.

FOOD AND AGRICULTURAL ORGANIZATION (FAO). **FAOSTAT**, FAO Statistical Databases, 2018. Available from: <http://apps.fao.org/>.

FOOD AND AGRICULTURAL ORGANIZATION (FAO). **FAOSTAT**, FAO Statistical Databases, 2020. Available from: <http://apps.fao.org/>.

FREITAS, R. A.; NASCIMENTO, W. M. Accelerated aging test on lentil seeds. **Revista Brasileira de Sementes**, v.28, n.3, p.59-63, 2006.

GHASSEMI-GOLEZANI K, DALIL B, MOGHADDAM M, RAEY Y. Field performance of differentially deteriorated seed lots of maize (*Zea mays*) under different irrigation treatments. **Not Bot HortiAgrobo**. v.39: 160-163, 2011.

GRAVEN, L.M.; CARTER, P.R. Seed Size/Shape and tillage systems effect on corn growth and grain yield. **J. Prod. Agric.** v.3, p. 445-452, 1990.

GROHSKOPF, M. A., CASSOL, P. C., CORRÊA, J. C., GUIDONI, A. L., COSTA, A. C. **Absorção de macronutrientes em razão de fertilizantes fosfatados fluidos na forma mineral e organo-mineral** (p. 33). Paper presented at the Congresso Brasileiro de Ciência Do Solo, Uberlândia: SBCS, 2011.

HÖFS, A.; SCHUCH, L.O.B.; PESKE, S.T.; BARROS, A.C.S.A. Emergence and initial growth of rice seedlings according to seed vigor. **Brazilian Seed Journal**, v.26, n.1, p.92-97, 2004.

KOLCHINSKI, E.M.; SCHUCH, L.O.B.; PESKE, S.T. Early growth of soybean plants in relation to seed vigor. **Revista Brasileira de Agrocência**, v.12, n.2, p.163-166, 2006.

LEITE, L.F.C.; MENDONÇA, E.S.; NEVES, J.C.L.; MACHADO, P.L.O.A; GALVÃO, J.C.C.; Estoques totais de carbono orgânicos e seus compartimentos em argissolo sob floresta

e sob milho cultivado com adubação mineral e orgânica. **Revista Brasileira Ciência do Solo**, 27:821-832, 2003.

LIMAMI, A.M.; ROUILLON, C.; GLEVAREC, G.; GALLAIS, A.; HIREL, B. Genetic and physiological analysis of germination efficiency in maize in relation to nitrogen metabolism reveals the importance of cytosolic glutamine synthetase, **Plant Physiol**, v.130, p.1860–1870, 2002.

MACEDO, A. R., PEREIRA, M. D., FERREIRA, E. I., SOARES, E. R., DOS SANTOS ZEBALOS, C. H. Physiological quality of sesame seeds produced as a function of fertilization and of the irrigation blade. **Revista Científica Da Faculdade De Educacao E Meio Ambiente**, 9(1), 254-265, 2018.

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

MELLO, S. C.; VITTI, G. C. Desenvolvimento do tomateiro e modificações nas propriedades químicas do solo em função da aplicação de resíduos orgânicos, sob cultivo protegido. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 20, n. 2, p.200-206, 2002.

MELO, P.T.B.S.; SCHUCH, L.O.B.; ASSIS, F.N.; CONCENÇO, G. Individual behavior of rice plants from different physiological quality seeds in rice populations. **Brazilian Seed Journal**, v.28, n.2, p.84-94, 2006.

MENDONÇA, E. A. F. et al. Vigor tests in upland cotton seeds. **Revista Brasileira de Sementes**, v.30, n.3, p.1-9, 2008.

MIELEZRSKI, F.; SCHUCH, L.O.B.; PESKE, S.T.; PANOZZO, L.E.; PESKE, F.B.; CARVALHO, R.R. Field performance of isolated plants of hybrid rice in function of the seed physiological quality. **Brazilian Seed Journal**, v.30, n.3, p.86-94, 2008.

MIGUEL, M. V. C.; MARCOS FILHO, J. Potassium leakage and maize seed physiological potential. **Crop Science Sci. agric.**, Piracicaba, Brasil, v.59, n.2, 2002.

MONDO, V.H.V.; CICERO, S.M.; DOURADO-NETO, D.; PUPIM, T.L.; DIAS, M.A.N. Maize seed vigor and plant performance. **Brazilian Seed Journal**, v.34, n.1, p.143-155, 2012.

NADEEM, M.; MOLLIER, A.; MOREL, C.; VIVES, A.; PRUD'HOMME, L.; PELLERIN, S. Relative contribution of seed phosphorus reserves and exogenous phosphorus uptake to maize (*Zea mays* L.) nutrition during early growth stages. **Plant Soil**, v.346, n.1, p.231–244, 2011.

PALIWAL, R.L., GRANADOS, G., LAFITTE, H.R., VIOLIC, A.D., MARATHREE, J.P. **Tropical Maize: Improvement and Production**. FAO, Rome, pp. 1–363. 2000.

PARK, S. H.; SUNG, J. K.; LEE, S. Y.; PARK, J. H.; LEE, J. Y.; JANG, B. C.; LEE, B. H.; KIM, T. W. Early growth, carbohydrate, and phytic acid contents of germinating rice seeds under NaCl stress. **Korean J Crop Sci.**, v.51, n.2, p.137–141, 2006.

POMMEL, B.; MOURAUX, D.; CAPPELLEN, O.; LEDENT, J.F. Influence of delayed emergence and canopy skips on the growth and development of maize plants: A plant scale approach with CERES-Maize. **European Journal of Agronomy**, v.16, n.4, p.263-277, 2002

POWELL, A. What is seed quality and how to measure it? In: **Second World Seed Conference**; 8-10 September; Rome, Italy. Food and Agriculture Organization (FAO). 2009: pp. 142-149.

RABELO, K. C. C. **Fertilizantes organomineral e mineral: aspectos fitotécnicos na cultura do tomate industrial**. 2015. 69 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia: Solo e Água)—Escola de Agronomia, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2015.

REYES, F. C. et al. Delivery of prolamins to the protein storage vacuole in maize aleurone cells. **The Plant Cell**, Rockville, v. 23, n. 2, p. 769–84, 2011.

SCHUCH, L.O.B.; KOLCHINSKI, E.M.; FINATTO, J.A. Seed physiological quality and individual plants performance in soybean. **Brazilian Seed Journal**, v.31, n.1, p.144-149, 2009.

SCHUCH, L.O.B.; NEDEL, J.L.; ASSIS, F.N.; MAIA, M.S. Seed vigor and growth analysis of black oats. **Scientia Agricola**, v.57, n.2, p.305-312, 2000.

SERNA-SALDIVAR, S.O. Physical properties, grading and specialty grains. In: **Cereal Grains: Properties, Processing and Nutritional Attributes**. CRC Press, Boca Raton, pp. 43–81, 2010.

SILVA, R.C.D., LANA, R.M.Q., MAGESTE, J.G., OLIVEIRA, G.N. AND MAGELA, M.L.M. Phosphate organomineral fertilizer usage compared to mineral phosphate in corn cultivation. **Journal of Agricultural Science**, v.12, n.7, 2020.

SIMÃO, E.P., RESENDE, A.V., NETO, M.M.G., BORGHI, E., VANIN, A. Second-season corn response to fertilization in two seeding times. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, Minas Gerais.2018;17(1):76-90.

SIQUEIRA, U. B. **Efficiency of different doses of NPK fertilization in corn**. (Completion of course work). Retrieved from the UniEvangélica University repository; 2018.

SOUZA, J. L.; RESENDE, P. **Manual de Horticultura Orgânica**. Aprenda Fácil, Viçosa, Brasil. p. 843, 2006.

TEKRONY, D.M.; SHANDE, T.; RUCKER, M.; EGLI, D.B. Effect of seed shape on corn germination and vigour during warehouse and controlled environmental storage. **Seed Sci. Technol.** v. 33, p. 185-197, 2005.

US GRAIN COUNCIL (USGC). **A Guide to Distiller's Dried Grains With Solubles (DDGS)**. US Grain Council, 2021.

XIA, H.; YANDEAU-NELSON, M.; THOMPSON, D. B.; GUILTINAN, M. J. Deficiency of maize starch-branching enzyme results in altered starch fine structure, decreased digestibility and reduced coleoptile growth during germination, **BMC Plant Biol.**, v. 11, n.95, 2011.

XUE, X.; DU, S.; JIAO, F.; XI, M.; WANG, A.; XU, H.; JIAO, Q.; ZHANG, X.; JIANG, H.; CHEN, J.; WANG, M. The regulatory network behind maize seed germination: Effects of temperature, water, phytohormones, and nutrients, **The Crop Journal**, v. 9, n.4, p. 718-724, 2021.