



VENICIUS URBANO VILELA REIS

**VIGOR DE SEMENTES DE MILHO E O
ESTABELECIMENTO DE ESTANDE, DESENVOLVIMENTO
E PRODUTIVIDADE**

LAVRAS-MG

2021

VENICIUS URBANO VILELA REIS

**VIGOR DE SEMENTES DE MILHO E O ESTABELECIMENTO DE ESTANDE,
DESENVOLVIMENTO E PRODUTIVIDADE**

Monografia apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Curso de Agronomia, para a obtenção do título de Bacharel.

Prof. Everson Reis Carvalho

Orientador

Debora Kelli Rocha

Coorientador

LAVRAS - MG

2021

VENICIUS URBANO VILELA REIS

**VIGOR DE SEMENTES DE MILHO E O ESTABELECIMENTO DE ESTANDE,
DESENVOLVIMENTO E PRODUTIVIDADE**

**VIGOR OF MAYZE SEEDS AND THE ESTABLISHMENT OF BOOTH,
DEVELOPMENT AND PRODUCTIVITY**

Monografia apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do curso de graduação em Agronomia.

Ms. Amanda Carvalho Penido

Dr^a. Édila Vilela de Resende Von Pinho

Prof. Dr. Everson Reis Carvalho

Orientador

Debora Kelli Rocha

Coorientador

LAVRAS – MG

2021

Deus, minha fortaleza...

Aos meus pais Sonderson e Delany, meu irmão Leandro, minha família, amigos, professores e colegas que me acompanharam em minha jornada de aprendizado.

Dedico.

AGRADECIMENTOS

À Deus, por me dar forças e nunca me deixar desistir, pelas graças recebidas e por permitir mais essa vitória.

Aos meus pais, Delany e Sonderson (Dinho) por serem exemplo e por todo trabalho que enfrentaram para essa conquista.

Ao meu irmão Leandro pela presença, apoio, incentivo, ensinamentos e companheirismo.

Aos meus Avós e toda família pelo apoio e confiança.

À Universidade Federal de Lavras (UFLA) pelas oportunidades de aprendizado e ensinamentos dessa renomada instituição de ensino.

Ao meu orientador Prof. Dr. Everson Reis Carvalho, pelo exemplo, amizade, incentivo e disponibilidade sempre que precisei.

Ao Prof. Dr. André Delly Veiga, professor do IF Sul de Minas - Campus Machado, meu primeiro orientador, pelo incentivo, amizade e sobretudo confiança.

Ao professor Dr. João Almir Oliveira pela oportunidade de trabalho em sua equipe durante minha formação. Agradeço aos demais professores (Heloísa, Raquel, Édila, Renato e Laene) pesquisadores (Sttela) e funcionários do Laboratório de Análise de Sementes da UFLA (LAS) (Rose, Rafa e Geraldo), pelos ensinamentos, amizade, e oportunidade de trabalhar com uma equipe tão renomada.

Aos amigos e companheiros de trabalho do LAS, principalmente a Amanda, Debora, Cris, Madeleine, Elias, Ariela, Vitor, Jhonata e outros pelo apoio, ajuda nos experimentos e amizade em todos esses anos.

Ao Núcleo de Estudos em Sementes – NESem e ao Laboratório de Sementes da UFLA, por todos os ensinamentos adquiridos, por todas as oportunidades de crescimento pessoal e profissional.

Aos companheiros da República Pé-de-Cana pela amizade verdadeira, apoio e por tantos momentos divertidos que passamos juntos nesses anos de vida universitária.

A todos meus amigos, presentes ou distantes, pela amizade, confiança e torcida.

Aos membros da banca examinadora pelas contribuições para este trabalho.

A todos aqueles que contribuíram de alguma forma, para a minha formação e essa conquista.

Obrigado a todos!

RESUMO

A semente é um dos principais insumos da agricultura, por ser o principal veículo de difusão de tecnologias. A qualidade das sementes é de extrema importância para o agronegócio, pois pode afetar o estabelecimento da cultura em campo, como também na habilidade competitiva da planta por recursos como água, luz e nutrientes, afetando seu potencial produtivo. O objetivo com o presente trabalho foi avaliar o desenvolvimento inicial e o desempenho produtivo da cultura de milho em função do vigor dos lotes de sementes. O trabalho foi desenvolvido durante a safra agrícola de 2020/2021. O experimento foi composto de 10 tratamentos, envolvendo dois fatores, sendo dois estandes (número de plantas ideal e número de sementes ideal corrigido pelo teste de emergência de plântulas em canteiro), e cinco lotes de sementes em função do vigor (63, 68, 83, 87 e 99% de vigor), conforme resultados do teste de frio, todos com germinação acima de 90%. O delineamento experimental foi o de blocos casualizados, em esquema fatorial 5x2 com quatro repetições. Determinou-se ao longo do ciclo da cultura a: altura das plantas, índice de clorofila, índice de cobertura vegetal, dias até a camada negra, população inicial e final, além dos componentes da produtividade de grãos. A utilização de sementes de alto vigor de milho favorece o estabelecimento inicial da cultura e cobertura do solo, com influência positiva sobre componentes da produtividade número de fileiras por espiga e número de grãos por fileira, além de redução no ciclo da cultura. A utilização de sementes de alto vigor resulta em ganhos na produtividade, sendo que para cada aumento de 1 ponto percentual no nível de vigor de um lote de semente de milho, avaliado pelo teste de frio, o incremento na produção de grãos é de 43,5 kg ha⁻¹.

Palavras-chave: Qualidade de sementes. *Zea mays* L. População adequada. Estande de plantas. Componentes de produção.

ABSTRACT

Seed is one of the main inputs in agriculture, as it is the main vehicle for disseminating and diffusing technologies. Seed quality is extremely important for agribusiness, as it can affect the establishment of the crop in the field, as well as the competitive ability of the plant for resources such as water, light and nutrients, affecting its productive potential. The objective of the present work was to evaluate the initial development and the productive performance of the corn crop as a function of the vigor of the seed lots. The work was carried out during the agricultural harvest of 2020/2021. The experiment consisted of 10 treatments, involving two factors, two stands (ideal number of plants and ideal number of seeds corrected by the seedbed emergence test), and five seed lots as a function of vigor (63, 68, 83, 87 and 99% of vigor), according to the results of the cold test, all with germination above 90%. The experimental design was randomized blocks, in a 5x2 factorial scheme with four replications. It was determined throughout the crop cycle: plant height, chlorophyll index, vegetation cover index, days to the black layer, initial and final population, in addition to the components of grain yield. The use of high vigor corn seeds favors the initial establishment of the crop and soil cover, with a positive influence on productivity components number of rows per ear and number of grains per row, in addition to a reduction in the crop cycle. high vigor results in productivity gains, and for each 1 percentage point increase in the vigor level of a corn seed lot, evaluated by the cold test, the increase in grain production is 43.5 kg ha⁻¹.

Keywords: Seed quality. *Zea mays L.* Adequate population. Plant stand. Production components.

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1 - Precipitação pluviométrica (mm) e temperatura média (°C) diárias, 11 de novembro de 2020 a 20 de maio de 2021. Estação Climatológica Principal de Lavras, Departamento de Engenharia, UFLA, Lavras, MG.19
- Figura 2 - Ortomosaico de fotos capturadas por drone, aos 60 dias após emergência de plântulas da cultura do milho, na área do experimento em campo conduzido no Centro de Desenvolvimento e Transferência de Tecnologia – CDTT, localizado no município de Ijaci-MG24
- Figura 3 - População inicial de plantas (plantas ha⁻¹), aos 15 dias após emergência de plântulas, considerando-se o os estandes baseados no número de plantas e número de sementes ideais.....25
- Figura 4 - Altura (cm) de plantas de milho provenientes de sementes de diferentes níveis de vigor, aos 15 e 45 dias após emergência de plântulas.....25
- Figura 5 - Altura (cm) de plantas de milho, aos 15 e aos 45 dias após emergência de plântulas, considerando-se o os estandes baseados no número de plantas e número de sementes ideais.....26
- Figura 6 - Índice de clorofila total de plantas de milho provenientes de sementes de diferentes níveis de vigor, aos 15 e 45 dias após emergência de plântulas.27
- Figura 7 - Índice de clorofila total de plantas de milho, aos 45 dias após emergência de plântulas, considerando-se o os estandes baseados no número de plantas e número de sementes ideais..28
- Figura 8 - Porcentagem do índice de cobertura vegetal de plantas de milho provenientes de sementes de diferentes níveis de vigor, aos 60 dias após emergência de plântulas..29
- Figura 9 - Altura (cm) de inserção da primeira espiga produtiva de plantas de milho provenientes de sementes de diferentes níveis de vigor, aos 120 dias após emergência de plântulas...30
- Figura 10 - Dias até atingir a camada negra, em plantas provenientes de sementes de diferentes níveis de vigor...31
- Figura 11 - População final de plantas (plantas ha⁻¹), em plantas provenientes de sementes de diferentes níveis de vigor.32
- Figura 12 - População final de plantas (plantas ha⁻¹), considerando-se o os estandes baseados no número de plantas e número de sementes ideais.....32
- Figura 13 - Número de fileiras por espiga, em plantas provenientes de sementes de diferentes níveis de vigor...33

Figura 14 - Número de grãos por fileiras da espiga, em plantas provenientes de sementes de diferentes níveis de vigor.....	33
Figura 15 - Produtividade (kg ha ⁻¹), em plantas provenientes de sementes de diferentes níveis de vigor.....	35
Figura 16 - Produtividade (kg ha ⁻¹), considerando-se o os estandes baseados no número de plantas e número de sementes ideais.....	36

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1 – Resumo da análise de variância dos resultados de germinação (G), emergência de plântulas em canteiro (E), teste de frio (TF) e tamanho total de plântulas (TT) em sementes de milho, classificadas em diferentes lotes de níveis de vigor (L).....22
- Tabela 2 – Caracterização do potencial fisiológico das sementes de milho utilizadas: germinação (G; %); emergência de plântulas de plântulas em canteiro (E; %); teste de frio (TF; %) e tamanho total das plântulas (TT; cm)23
- Tabela 3 – Resumo da análise de variância dos resultados da fase vegetativa da cultura: população inicial (PI), altura de planta aos 15 DAE (A15), altura de planta aos 45 DAE (A45), índice de clorofila total aos 15 DAE (IC15), índice de clorofila total aos 45 DAE (IC45) e índice de cobertura vegetal (ICV), em plantas provenientes de sementes de milho, classificadas em cinco diferentes níveis de vigor (V) e em dois estandes (E).....24
- Tabela 4 – Resumo da análise de variância dos resultados da fase reprodutiva da cultura: altura da primeira espiga produtiva (AE), dias até a camada negra (DCN), população final (PF), número de fileira por espiga (NF), número de grãos por fileira (NG), peso de mil grãos (PM) e produtividade (P), em plantas provenientes de sementes de milho, classificadas em cinco diferentes níveis de vigor (V) e em dois estandes (E).29
- Tabela 5 – Peso de mil grãos (PMG), em plantas provenientes de sementes de diferentes níveis de vigor.....34

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO GERAL	11
2	REFERENCIAL TEÓRICO	12
2.1	Importância da cultura do milho	12
2.2	Qualidade de sementes	14
2.3	Influência do vigor na produtividade	15
3	MATERIAL E MÉTODOS	17
3.1	Caracterização dos lotes e avaliações	17
3.2	Caracterização da área experimental e instalação do experimento em campo	18
3.3	Avaliações do experimento em campo	20
3.3.1	Fase vegetativa	20
3.3.2	Fase reprodutiva	21
3.3.3	Componentes de produtividade	21
3.4	Delineamento experimental e análises estatísticas	22
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	22
4.1	Caracterização do lote	22
4.2	Fase vegetativa	23
4.3	Fase reprodutiva	29
4.3.1	Componentes de produtividade	32
5	CONCLUSÃO	36
	REFERÊNCIAS	37

1 INTRODUÇÃO GERAL

O milho (*Zea mays* L.), está entre os principais cereais cultivados mundialmente (USDA, 2021), devido a sua diversidade de utilização, este cereal pode ser utilizado em vários segmentos, como na alimentação humana, animal e até como matéria prima de indústrias, exercendo grande importância socioeconômica (CARVALHO et al., 2014). Com produção estimada de 86,7 milhões de toneladas, em 19,83 milhões de hectares, e com rendimento produtivo médio nacional de 4390 kg ha⁻¹, o Brasil é o terceiro maior produtor mundial, na safra 2020/2021 (CONAB, 2021).

O milho é propagado por semente, como outras espécies, sendo esta, o principal insumo no sistema de produção agrícola, pois pode contribuir em grande parte para rentabilidade e viabilidade econômica da cultura (GALVÃO et al., 2014). De acordo com o anuário “Semente é Tecnologia” (ABRASEM, 2018) a taxa de utilização de sementes (TUS) de milho no Brasil na safra 17/18 foi de 92%.

De acordo com Pereira Filho e Borghi (2020), o negócio de sementes de milho no Brasil inclui aproximadamente 21 empresas produtoras de sementes que criam, desenvolvem, produzem e comercializam sementes, portanto, nesse mercado altamente competitivo, são necessários materiais de alta qualidade, que na verdade são na maioria deles materiais híbridos, dos quais cerca de 86,4% são híbridos simples, e 67% de todos os materiais híbridos são geneticamente modificados. Além disso, a safra de milho está em um panorama de alta tecnologia, com utilização dos mais avançados produtos fitossanitários e fertilizantes, resultando em elevados custos de produção e altas produtividades. No entanto, é na semente que toda pesquisa e tecnologia investida são disponibilizadas ao agricultor, por isso essa tecnologia pode afetar o desenvolvimento inicial, o que vai contribuir ainda mais para o sucesso do processo produtivo.

De forma geral, durante a produção das sementes existem vários fatores que afetam a qualidade e uniformidade dos lotes, incluindo a maturidade de colheita, fertilidade do solo, beneficiamento, tratamento e armazenamento. Como resultado, mesmo que seja um lote de sementes de alta qualidade e com alta taxa de germinação e resultados de vigor, existe ainda assim a presença de sementes de baixo vigor no lote que podem fornecer baixo desempenho da planta no campo (MARCOS-FILHO, 2015).

O efeito do vigor das sementes na emergência de plântulas de plantas no campo, no estabelecimento de populações ideais e no desenvolvimento inicial das plantas é consenso da comunidade científica e do setor produtivo, principalmente em condições ambientais desfavoráveis (MARCOS-FILHO, 2015; EBONE et al., 2020).

Autores afirmam que uma vez alcançada a população de plantas ideal, o vigor da semente pode não ter efeito sobre a produtividade da cultura. Mondo et al. (2012) e Dias et al. (2010) afirmaram que com o avanço da fenologia da cultura do milho, o impacto do vigor da semente tende a diminuir, e o desempenho da planta torna-se mais dependente da relação entre genótipo e ambiente, não tendo efeito na produtividade final. Porém, em situação de campo, a obtenção de população ideal utilizando sementes de baixo vigor é difícil. No cenário atual de alta tecnologia de produção, todos os fatores que levam a alta produtividade deve ser trabalhados de maneira adequada, dentre eles não só a germinação, mas também o vigor das sementes. Apesar da importância, o número de trabalhos científicos nessa linha, para sementes híbridas de milho é ainda restrito em função das áreas cultivadas e valores econômicos envolvidos.

O objetivo no trabalho foi avaliar e quantificar o efeito do vigor de sementes sobre o estabelecimento do estande, características morfológicas das plantas e componentes da produtividade da cultura do milho.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Importância da cultura do milho

O milho (*Zea mays* L.) é cultivado praticamente no mundo todo, sendo originário de regiões tropicais, como o México e a América Central, cujo ancestral mais antigo conhecido é o teosinto (*Zea mexicana* L.), que possui os primeiros registros históricos há cerca de 8 mil anos atrás (MELLADO, 2018). No entanto, o resultado geral da sua domesticação e seleção natural, é a produção de plantas de ciclo anual, robustas, eretas, de um a quatro metros de altura, que são excelentemente para a produção de grãos e silagem.

A cultura pertence à ordem Poales, família Poaceae, gênero *Zea*, espécie *Zea mays* L., é uma planta do tipo C4, que possui alta adaptabilidade às diferentes condições climáticas. Sua

máxima produção depende de temperaturas de 10 a 30 °C, e a quantidade de água consumida durante seu ciclo, está em torno de 600 mm (MANTOVANI et al., 2015).

O milho é considerado um dos mais importantes cereais cultivados no mundo (SOUZA et al., 2018), com produção global de 1,42 bilhões de toneladas. Em ordem de grandeza os maiores produtores são os Estados Unidos com 374 milhões de toneladas, seguido pela China, 268 milhões de toneladas, e em terceiro o Brasil, com produção de 87 milhões de toneladas (USDA, 2021).

Em regiões tropicais, como o Brasil, a sazonalidade climática, especialmente as pluviométricas, influenciam no desenvolvimento de diferentes biomas (CARVALHO et al., 2018), com vegetação e condições edafoclimáticas distintas, que alteram o zoneamento agrícola, de forma a permitir em algumas regiões, a implantação de safras subsequentes. Desta maneira o cultivo de milho no Brasil é dividido em três etapas, 1ª safra (verão), 2ª safra (safrinha) (SOUZA et al., 2018) e 3ª safra (SEALBA) (COÊLHO, 2020), condições estas atípicas para países localizados no hemisfério norte.

No Brasil, o cultivo do milho vem intensificando a cada safra, tornando-se a segunda commodity mais produzida, com projeção de 118 milhões toneladas a serem produzidas na safra 2021/22, o que contribuirá para o aumento de 26,27% em relação à safra 2020/21 (USDA, 2021). Este crescimento é relacionado com a demanda crescente do cereal, que manteve o valor do produto em alta, o que influenciou no aumento da área plantada durante a safra de verão (outubro a dezembro) e pelo aumento na área colhida com milho segunda safra (janeiro a fevereiro) (CONAB, 2021).

Nos últimos anos, a evolução na produção de milho no Brasil tem sido evidenciada no decorrer das safras agrícolas ano após ano. Este aumento na produção do cereal envolve diversas condições, como o incremento do nível tecnológico destinado a cultura e pelo melhoramento genético. A cultura do milho tem alto potencial produtivo, já sendo registradas produtividades superiores a 17 ton ha⁻¹, em áreas de cooperativas no Rio Grande do Sul, por órgãos de assistência técnica e extensão rural e por empresas produtoras de semente. No entanto, a média nacional de produtividade é baixa, com 4390 kg ha⁻¹ (CONAB, 2021), pois as médias são obtidas nas diferentes regiões do Brasil, em lavouras com diferentes sistemas de cultivos e finalidades. Isso mostra que, os diferentes sistemas de produção de milho devem ser

aprimorados para se obter altas produtividades rentáveis e com sustentabilidade, assim a qualidade das sementes se faz mais necessária a cada safra.

2.2 Qualidade de sementes

Segundo Peske et al., (2012), a qualidade de sementes é definida pelo somatório de seus atributos sanitários, genéticos, físicos e fisiológicos. Sendo assim, a utilização de sementes de elevado vigor é um fator responsável pela obtenção de altas produtividades, além de ser a base para uma lavoura com um estande bem estabelecido (FRANÇA NETO et al., 2010). Sementes de qualidade superior devem possuir características fisiológicas como vigor, germinação e longevidade, mas também ser livre de patógenos e garantir pureza física e genética (BEWLEY et al., 2013).

Dentre os atributos fisiológicos, a germinação é realizada em teste de laboratório, que é o desenvolvimento da plântula, a partir das sementes, onde as estruturas essenciais da plântula indicam se a mesma é ou não capaz de se desenvolver em uma planta normal, em condições favoráveis. Assim, o resultado do teste de germinação, corresponde à porcentagem de sementes que produzirão plântulas normais, sob condições favoráveis do substrato, temperatura, água e oxigênio (TILLMANN; MENEZES, 2012). Porém, a emergência de plântulas em campo somente refletirá o teste de germinação se as condições do solo forem tão favoráveis quanto as condições impostas às sementes na execução do teste de germinação.

Outro atributo fisiológico é o vigor, que merece destaque, e deve ser considerado na implantação de uma lavoura, pois envolve uma série de fatores bioquímicos e fisiológicos, relacionados com a reestruturação celular, retomada do crescimento do embrião, uma eficiente metabolização, translocação e alocação das reservas da semente para a plântula em desenvolvimento, que geram melhor resultado sob condições estressantes (AUMONDE et al., 2017). Neste sentido, o vigor compreende um conjunto de características da semente que determinam o potencial para a emergência de plântulas e o rápido desenvolvimento de plântulas normais, sob ampla diversidade de condições do ambiente (MARCOS-FILHO, 2015). Isto porque, não é determinado por uma característica em particular, mas por um conjunto delas, associadas ao desempenho das sementes (PESKE et al., 2012).

Portanto, a germinação e o vigor atuam de forma direta no desenvolvimento da cultura, por meio da formação do estande inicial das plantas, ou ainda de forma indireta, devido a

capacidade diferencial de acúmulo de massa seca pelas plantas que afeta a produtividade da cultura (SILVA et al., 2010).

2.3 Influência do vigor na produtividade

O desempenho das sementes em campo é determinante no sucesso da produção. O uso de sementes de baixo vigor pode acarretar estande de plantas inadequado, bem como desuniformidade, competição intraespecífica, plantas “dominadas”, má distribuição de plantas e baixo desenvolvimento, podendo afetar a produtividade. No entanto, a influência do vigor das sementes sobre a produtividade das culturas tem sido contraditória na literatura, mas as respostas estão condicionadas ao tipo de cultura

Segundo Abati et al. (2017), sementes de trigo com maior vigor resultam em plantas que se estabelecem mais rapidamente no campo, ocupam melhor o ambiente de cultivo, aproveitam melhor os recursos do ambiente e possuem maior potencial de crescimento e produtividade. Sendo assim, o impacto do vigor da semente na emergência de plântulas de plântulas no campo, estabelecimento da população e desenvolvimento inicial da planta já é conhecido na comunidade científica, especialmente em condições ambientais menos favoráveis (EBONE et al., 2020; MARCOS-FILHO, 2015; TILLMANN; MENEZES, 2012).

Estandes de plantas originados de lotes de menor vigor, são amplamente variáveis em estatura, produção de matéria seca, área foliar por planta, diâmetro do caule, e ainda no rendimento de grãos por planta. Já em lotes de alta qualidade, esta variação é menor, pois as plântulas oriundas destas sementes possuem, emergência de plântulas precoce, rápida e maior desenvolvimento inicial, podendo assim, em condições ambientais favoráveis obter uma vantagem inicial no aproveitamento de água, luz e nutrientes (CANTARELI et al., 2015).

Para que a lavoura possa atingir altas produtividades, é necessário que o estabelecimento das plântulas seja o mais homogêneo possível e com o mínimo de falhas. No entanto, na soja existe o efeito da plasticidade, ou seja, que possui a capacidade compensatória das plantas em emitir hastes secundárias, mas ainda assim existem limites de compensação que são determinados pela interação entre a qualidade das sementes, a semeadura e as condições do solo, além da estreita relação entre o genótipo e ambiente. (BAGATELLI et al., 2020). Mas mesmo com esse efeito plástico, existem diversos trabalhos recentes com relatos de efeito direto do vigor das sementes de soja sobre o rendimento de grãos (KCZAN; KNIES, 2021;

BERTÃO; ANDRADE, 2021; CARVALHO et al., 2020; BAGATELLI et al., 2020). Já para a cultura do milho, que não ocorre esse efeito “plástico”, as respostas em função do vigor podem ser diferentes.

Na cultura da soja, Kolchinski et al. (2006), verificaram que plantas provenientes de sementes de alto vigor apresentam maior índice de área foliar, produção de matéria seca e acréscimos superiores a 35% no rendimento de sementes, quando comparado ao uso das sementes de baixo vigor. Scheeren et al., (2010), observaram estreita relação entre o vigor das sementes e produtividade, constatando um incremento de 9% pelo uso de sementes de alto vigor. Da mesma forma, Pino et al. (2019) verificaram que plantas de soja originadas de sementes de alto vigor apresentam desempenho superior em relação às originadas de sementes de baixo vigor dentro das comunidades, apresentando rendimento superior a 21% em comparação àquelas originadas de baixo vigor.

Já no cultivo de trigo, Abati et al. (2017) verificaram que em plantas originadas de sementes de alto vigor, existe superioridade no rendimento de grãos. Seguindo o mesmo resultado, Koch et al. (2021) observaram que a produção de massa seca total, área foliar, eficiência de conversão da energia solar e rendimento de grãos foram superiores para plantas provenientes de sementes de trigo de alto vigor, e o rendimento foi superior para plantas de alto vigor em relação àquelas de baixo vigor na capacidade de campo.

Em milho, pesquisadores também apontam a influência do nível de vigor sobre a produtividade de milho, sendo frequente a ocorrência de reduções significativas na produção pelo uso de sementes de baixo vigor (BURRIS, 1976; FUNK et al., 1962; DIAS et al., 2010; MONDO et al., 2013). Dias et al., (2010), trabalhando com milho, concluíram que o uso de sementes de alto vigor aumentou a produtividade em 30%, mas apenas quando há alta competição com plantas daninhas. Com os mesmos resultados Kazem e Bahareh (2014), observaram que na cultura do milho, o menor índice de área foliar e o menor acúmulo de matéria seca, foi obtido para as plantas originadas do lote de sementes de menor vigor. Segundo os autores o prejuízo no estabelecimento da lavoura e o crescimento de plantas levaram a perda de produtividade de até 42%. Ghassemi-Golezani e Mamnabi (2019) verificaram que o rendimento de grãos de lotes de sementes de milho de alto vigor foi 64% maior em relação ao lote de baixo vigor. Apesar de evidências de que o vigor tem efeito positivo no estabelecimento da lavoura,

existem ainda poucos estudos recentes sobre o efeito do vigor de sementes dos híbridos atuais, sobre as características morfológicas das plantas e produtividade da cultura do milho.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Caracterização dos lotes e avaliações

As análises foram realizadas no Laboratório Central de Análise de Sementes do Departamento de Agricultura, da Universidade Federal de Lavras (UFLA), localizado no município de Lavras – Minas Gerais, latitude 21°13'38" S, longitude 44° 58' 19" W.

Para a realização do experimento foram utilizadas sementes de milho (*Zea mays* L.) provenientes de cinco lotes de sementes (A, B, C, D e E), do híbrido simples HLXX Pro2, sendo a classificação dos lotes A C e D de peneira C4M, e dos lotes B e E de peneira R2C. As sementes foram cedidas pela empresa Helix Sementes e Mudas LTDA, localizada na cidade de Pato de Minas, Estado de Minas Gerais, Brasil. A caracterização inicial dos lotes foi realizada por meio dos testes fisiológicos, descritos a seguir:

Teste de germinação: foi realizado utilizando quatro repetições de 50 sementes, distribuídas em papel tipo germitest, umedecido com quantidade de água equivalente a 2,5 vezes o peso do papel seco, na forma de rolo de papel. As sementes foram mantidas em germinador regulado à temperatura de $25^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ e a porcentagem de plântulas normais foi avaliada, em apenas uma contagem, após 7 dias, seguindo critérios estabelecidos na RAS (Regra para Análise de Sementes) (BRASIL, 2009).

Teste de frio: realizado com quatro repetições de 50 sementes para cada tratamento. A semeadura foi feita em substrato de areia e terra na proporção de 2:1 respectivamente, sendo umedecido com 60% da sua capacidade de retenção de água. Após a semeadura, as bandejas de plástico (51x30x9 cm) contendo o substrato, foram mantidas em câmara fria a $10^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$, durante 7 dias. Posteriormente foram acondicionadas em câmara de crescimento vegetal com temperatura de $25^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ durante 7 dias, quando foi realizada a contagem de plântulas emergidas expressos em porcentagem, de acordo com metodologia descrita por (CICERO; VIEIRA, 2020).

Teste de emergência de plântulas de plântulas em canteiro: foram utilizadas quatro repetições de 50 sementes, sendo a semeadura realizada em substrato de areia e terra na

proporção de 2:1 respectivamente em canteiro, com profundidade de 3 cm. Foi realizada irrigação diária, durante 12 dias, quando se realizou a contagem de plântulas emersas, expressa em porcentagem.

Análise computadorizada de plântulas: As sementes de milho foram colocadas para germinar, seguindo as metodologias descritas para o teste de germinação, com quatro repetições de 20 sementes. Aos quatro dias após a semeadura foi realizada a captura e a análise das imagens por meio do sistema GroundEye®, versão S800. As plântulas foram retiradas cuidadosamente do papel e inseridas na bandeja do módulo de captação para a obtenção de imagens. Após a captura, foi realizada a configuração de análise para a calibração da cor de fundo, sendo o tamanho mínimo do objeto de avaliação utilizado de 0,08 cm². A análise das imagens foi feita automaticamente por meio da extração dos valores médios de comprimento da plântula (parte aérea + raiz primária).

De posse de todos os resultados, fez-se a definição dos 5 lotes utilizados no experimento em campo. Os lotes foram divididos em função do nível de vigor obtido no teste de frio, sendo eles 63%, 68%, 83%, 87% e 99%. Todos os lotes possuíam níveis de germinação acima de 90%, sendo este valor de germinação acima do mínimo exigido para comercialização de sementes de milho híbrido no país, que é de 85%, segundo determina a Instrução Normativa MAPA nº 45 de 17/09/2013 (BRASIL, 2013).

3.2 Caracterização da área experimental e instalação do experimento em campo

O experimento em campo foi realizado Centro de Desenvolvimento e Transferência de Tecnologia – CDTT do Departamento de Agricultura – DAG, Escola de Ciências Agrárias de Lavras (ESAL) da Universidade Federal de Lavras – UFLA, localizado no município de Ijaci – Minas Gerais, latitude 21°09'54" S, longitude 44° 55' 10" W. A semeadura foi realizada em 11 de novembro de 2020, e a colheita em 19 de março de 2021. As precipitações pluviais e temperaturas médias do período de realização dos experimentos estão apresentadas na Figura 1.

O solo predominante na área experimental classificado como Latossolo Vermelho distrófico (EMBRAPA, 2006). O preparo do solo foi constituído de uma gradagem e uma subsolagem. Com base na análise química do solo e na necessidade para o desenvolvimento da cultura de acordo com as recomendações para milho em Alves et al. (1999), foi utilizada a

formulação 8-28-16 na dose de 300 kg há⁻¹ no sulco de semeadura, sendo distribuído N de forma complementar em duas aplicações 140 kg ha⁻¹ de ureia em cada, quando as plantas estavam nos estádios V3 e V5.

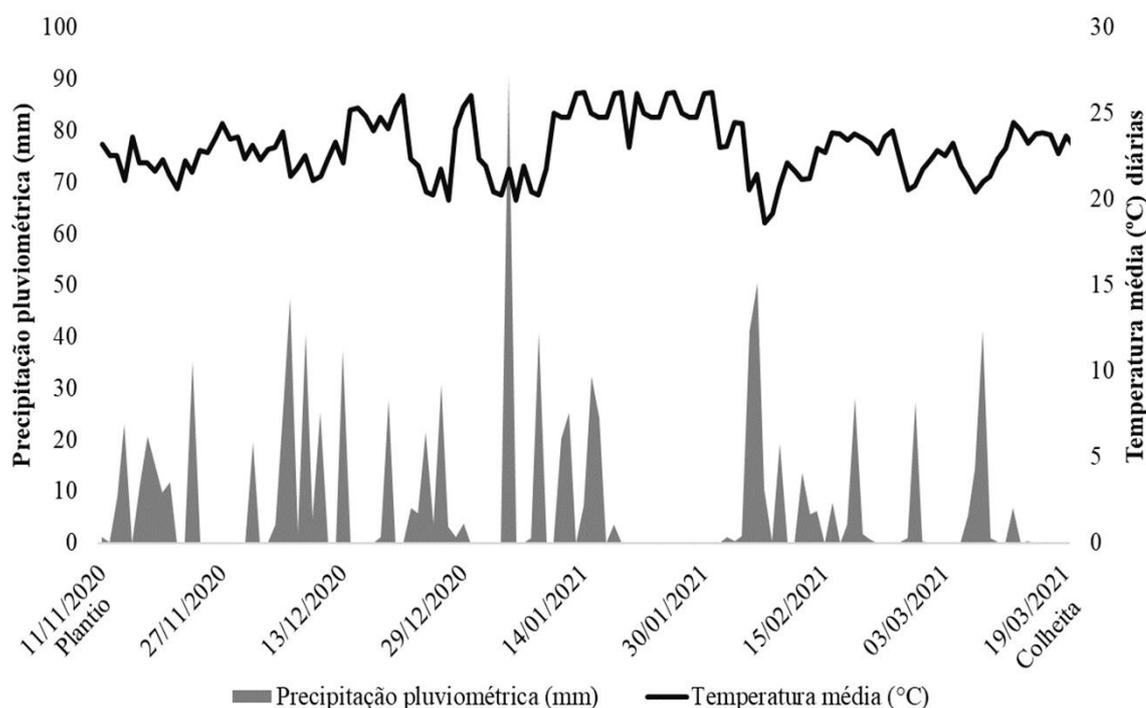


Figura 1. Precipitação pluviométrica (mm) e temperatura média (°C) diárias, 11 de novembro de 2020 a 20 de maio de 2021. Estação Climatológica Principal de Lavras, Departamento de Engenharia, UFLA, Lavras, MG.

Previamente à semeadura, as sementes foram tratadas quimicamente com o formulado Fortenza Duo® (Ciantraniliprole + Tiometoxam + Tiabendazol + Metalaxil-M + Fludioxonil), na dosagem de 40 ml de Fortenza 600 FS (Ciantraniliprole), 70 ml Cruiser 600 (Tiometoxam) e 30 ml de Maxim Advanced (Tiabendazol + Metalaxil-M + Fludioxonil) para 60.000 sementes, visando o controle de patógenos e pragas nos estádios iniciais da cultura.

A semeadura foi realizada manualmente no espaçamento de 0,7 m entre linhas, e 0,2 m entre plantas, obtendo-se população de plantas de 60.000 plantas ha⁻¹ em cada parcela experimental, estas foram formadas por seis linhas de plantio com 6,0 m de comprimento. A fim de evitar o efeito bordadura, a área útil da parcela foi composta pelas quatro linhas centrais, descartando 0,50 m de suas extremidades, totalizando 14 m² por parcela experimental útil. Em função da variação do potencial fisiológico entre as sementes do mesmo lote, foram semeadas

três sementes por cova para o estande com o número de plantas ideal, posteriormente foi feito o desbaste, aos 15 dias após a emergência de plântulas (DAE) de plântulas, deixando apenas uma planta por cova. Já para os tratamentos de número de sementes ideal, foi feito a correção do número de sementes por metro ajustado em função dos resultados de emergência de plântulas de plântulas, foi determinado o número de sementes por metro linear em função da % emergência de plântulas em canteiro (TABELA 2), para o estande almejado (EQUAÇÃO 01). Não foram realizados desbastes ou ajustes posteriores, ou seja, estande formado em função somente do número de sementes.

$$n^{\circ} \text{ de sementes por metro linear} = \frac{n^{\circ} \text{ de plantas por metro linear} * 100}{\text{emergência no teste de canteiro}(\%)} \quad (01)$$

O manejo de plantas daninhas foi realizado com a aplicação do produto Roundup WG, de princípio ativo Glifosato, em pós-emergência de plântulas em V4, na dose de 2 kg ha⁻¹. O controle de pragas foi realizado com o uso do inseticida de princípio ativo Deltametrina, nos estádios V3 e V6, na dose de 200 ml ha⁻¹. Não houve necessidade de controle de doenças.

3.3 Avaliações do experimento em campo

3.3.1 Fase vegetativa

As avaliações realizadas na fase vegetativa da cultura, foram:

População inicial de plantas: foi realizada a contagem de plantas dentro da área útil de cada parcela aos 15 DAE, após foi corrigida para a área de 1 hectare.

Altura de plantas: foi determinada por meio da mensuração do comprimento desde o nível do solo até o ápice da planta, com o limbo foliar distendido, baseando em metodologia descrita por Melo et al. (2006), de 10 plantas aleatórias dentro da área útil de cada parcela aos 15 e 45 DAE.

Índice de clorofila total: foi determinada por meio da mensuração com o auxílio de um clorofilômetro eletrônico, CFL1030® da marca Falker, de 10 plantas aleatórias dentro da área útil de cada parcela aos 15 e 45 DAE.

Índice de cobertura vegetal: para a captura das imagens foi utilizado o drone DJI Mavic PRO com câmera RGB. As fotos foram capturadas com sobreposição de 80% (frontal e lateral). Posteriormente foram ortorretificadas, georreferenciadas e extraídos os mapas de interesse no

programa Pix4Dmapper®. O índice de cobertura vegetal foi obtido, através da equação do VARI (Índice de vegetação resistente à atmosfera na região do visível) (EQUAÇÃO 02), segundo Gitelson, et al., (2003), utilizando o software Qgis® 3.18.2.

$$VARI = \frac{(G-R)}{(G+R-B)} \quad (02)$$

3.3.2 Fase reprodutiva

As avaliações realizadas na fase reprodutiva da cultura, foram:

Altura de inserção de espiga: foi determinada por meio da mensuração do comprimento desde o nível do solo até a primeira espiga produtiva da planta, de 10 plantas aleatórias dentro da área útil de cada parcela aos 120 DAE.

Dias até o aparecimento da camada negra: a partir de 120 DAE, foram retiradas 4 espigas diariamente das bordaduras de cada parcela, a presença da camada negra foi feita por observação visual da presença da camada negra evidente em cada espiga, se houvesse 20 grãos contendo a camada negra, a contagem do ciclo era encerrada.

População final de plantas: foi realizada a contagem de plantas dentro da área útil de cada parcela no dia da colheita (19/03/2021), e corrigida para a área de 1 hectare.

3.3.3 Componentes de produtividade

Já os componentes de produtividade avaliados foram:

Número de fileiras por espiga: foram colhidas 10 espigas de plantas aleatórias dentro da área útil da parcela e foram avaliadas individualmente, fazendo-se a contagem de fileiras.

Número de grãos por fileiras: foram colhidas 10 espigas de plantas aleatórias dentro da área útil da parcela e foram avaliadas individualmente, fazendo-se a contagem de grãos por fileiras.

Peso de mil grãos: foram retirados da porção “grãos puros” oito repetições de 100 sementes. Em seguida as sementes de cada repetição foram pesadas, considerando-se três casas decimais (g). O resultado da determinação é calculado multiplicando-se por 10 o peso médio obtido das repetições de 100 sementes, seguindo metodologia descrita nas Regras para Análise de Sementes, (BRASIL, 2009).

Produtividade: foram colhidas todas as espigas da área útil de cada parcela, posteriormente foram debulhadas mecanicamente e pesadas, os valores obtidos foram

corrigidos para 13% de umidade (base úmida) e os resultados convertidos para quilogramas por hectare (kg ha^{-1}).

3.4 Delineamento experimental e análises estatísticas

O delineamento experimental utilizado no campo foi o de blocos casualizados (DBC) com quatro repetições, os tratamentos foram dispostos em esquema fatorial 5×2 , envolvendo: 5 níveis de vigor e 2 estandes de população (número de plantas ideal e número de sementes ideal).

As análises estatísticas foram realizadas por meio da análise de variância com auxílio do software Sisvar® (FERREIRA, 2014), a 5% de probabilidade pelo teste F ($p < 0,05$). Quando pertinente, as médias foram comparadas utilizando-se o teste Scott e Knott (1974), a 5% de probabilidade, ou foram realizadas análises de regressão polinomial, com a escolha de modelos matemáticos significativos a 5%, com maior coeficiente de determinação.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Caracterização do lote

Na Tabela 1 encontra-se o resumo da análise de variância para a caracterização inicial do lote. Observa-se -se que todas as variáveis estudadas para a caracterização dos lotes foram significativas.

Para a caracterização do lote (TABELA 2), em três lotes de sementes utilizados os resultados foram superiores quanto à germinação, porém em todos os lotes os valores foram acima dos aceitáveis para comercialização de sementes de milho no país, segundo determina a Instrução Normativa MAPA nº 45 de 17/09/2013 (BRASIL, 2013).

Tabela 1 – Resumo da análise de variância dos resultados de germinação (G), emergência de plântulas em canteiro (E), teste de frio (TF) e tamanho total de plântulas (TT) em sementes de milho, classificadas em diferentes lotes de níveis de vigor (L).

FV	GL	Quadrados médios			
		G	E	TF	TT
Lotes (L)	4	59,5*	113,3*	866,3*	12,411068*
Resíduo	15	9,666667	10,466667	2	0,557308
CV (%)		3,29	3,47	1,77	11,49
Média		94,5	93,3	79,80	6,4955

*Significativo a 5% de probabilidade, pelo teste Scott-knott.

Para os testes de vigor, o lote A foi superior aos outros em todos os testes, sendo este o lote de maior vigor. Nos testes de emergência de plântulas de plântulas em canteiro nos lotes B e C os resultados semelhantes, e para tamanho total de plântulas, não houve diferença entre os lotes B, C, D e E. Apenas pelo teste de frio foi possível identificar diferenças significativas de vigor entre todos os lotes. Com o resultado do teste de frio foi possível classificar os lotes em níveis de vigor com precisão, por isso esse foi utilizado na classificação dos lotes para as etapas posteriores, além de ser um teste amplamente difundido na indústria sementeira.

Tabela 2 – Caracterização do potencial fisiológico das sementes de milho utilizadas: germinação (G; %); emergência de plântulas de plântulas em canteiro (E; %); teste de frio (TF; %) e tamanho total das plântulas (TT; cm).

Lotes	G	E	TF	TT
A	99 a	100 a	99 a	9,50 a
B	91 b	95 b	87 b	6,61 b
C	97 a	95 b	83 c	5,72 b
D	96 a	92 c	68 d	5,33 b
E	91 b	86 d	63 e	5,31 b

*Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente entre si, pelo teste Scott-knott.

4.2 Fase vegetativa

Após a semeadura, as condições climáticas foram favoráveis para o estabelecimento da cultura (FIGURA 1). As temperaturas e precipitações pluviais seguiram favoráveis até o estágio VT (21 de janeiro de 2021), porém após esse estágio ocorreu estiagem de 13 dias associada ao aumento da temperatura. Após este período, as temperaturas e precipitações pluviais favoreceram o desenvolvimento durante o restante do ciclo da cultura.

Por meio de imagens capturadas por drone verificou-se que visualmente os diferentes níveis de vigor influenciaram no desenvolvimento inicial das plantas de milho e cobertura do solo, 60 dias DAE (FIGURA 2). Características essas mensuradas pelos testes a seguir.

Na Tabela 3 encontra-se o resumo da análise de variância para as características agrônômicas analisadas na fase vegetativa da cultura. Verifica-se que apenas para a população inicial (PI), não houve diferenças significativas em função dos níveis de vigor, e quanto a diferenças de estandes, apenas para as variáveis de população inicial (PI), altura de plantas aos 15 DAE (A15) e o índice de clorofila total aos 45 DAE (IC45), houve diferenças significativas.

Para a população inicial aos 15 DAE (FIGURA 3), verifica-se que o estabelecimento da lavoura no qual foi corrigido apenas o número de sementes em função do teste de emergência

de plântulas em canteiro, houve estabelecimento de 1108 plantas, menor que o esperado, com redução de 1,85% do estande esperado. Isso se deve, ao fato de no campo as sementes serem expostas às várias condições ambientais desfavoráveis, sendo assim não alcançando sempre o estabelecimento ideal da cultura (MARCOS-FILHO, 2015).

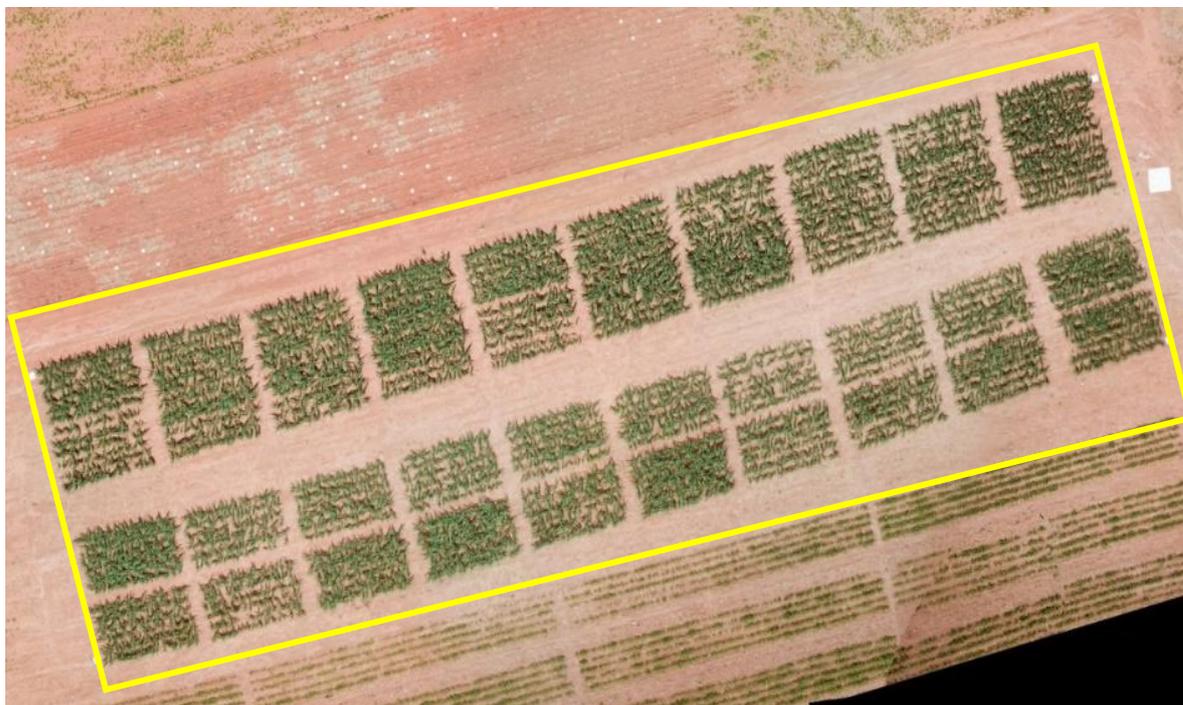


Figura 2. Ortomosaico de fotos capturadas por drone, aos 60 dias após emergência de plântulas da cultura do milho, na área do experimento em campo conduzido no Centro de Desenvolvimento e Transferência de Tecnologia – CDTT, localizado no município de Ijaci-MG. Sendo o presente experimento dentro do retângulo amarelo.

Tabela 3 – Resumo da análise de variância dos resultados da fase vegetativa da cultura: população inicial (PI), altura de planta aos 15 DAE (A15), altura de planta aos 45 DAE (A45), índice de clorofila total aos 15 DAE (IC15), índice de clorofila total aos 45 DAE (IC45) e índice de cobertura vegetal (ICV), em plantas provenientes de sementes de milho, classificadas em cinco diferentes níveis de vigor (V) e em dois estandes (E).

FV	GL	Quadrados médios					
		PI	A15	A45	IC15	IC45	ICV
Bloco	3	383431	0,033	146,13*	1002,76	108,48	24,45
Vigor (V)	4	1126332	57,608*	2041,18*	3620,89*	1346,7*	695,59*
Estandes (E)	1	12269849*	3,660*	6,32	136,01	3822,0*	39,42
V*E	4	11263312	0,547	30,36	577,61	376,6	7,76
Resíduo	29	955426	0,619	40,54	408,23	275,2	17,81
CV (%)		1,64	4,80	4,81	4,82	2,88	10,62
Média		59446,15	16,42	132,35	418,96	576,86	39,74

*Significativo a 5% de probabilidade, pelo teste F.

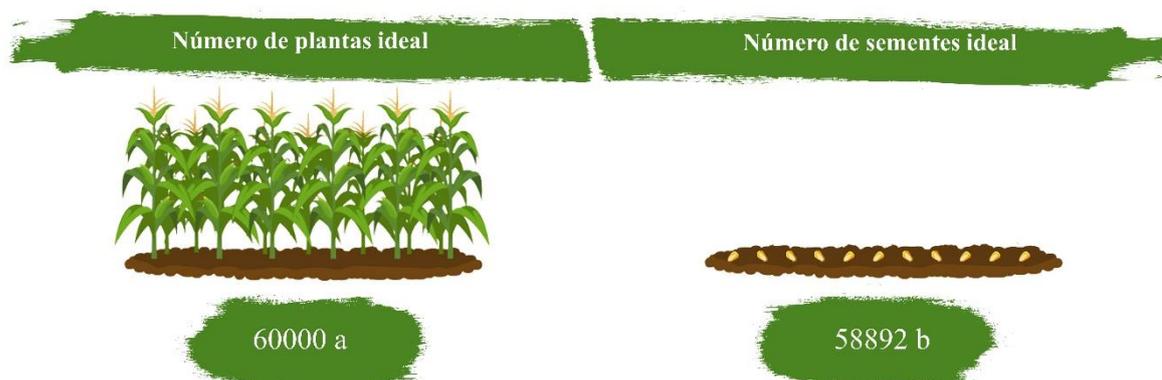


Figura 3. População inicial de plantas (plantas ha⁻¹), aos 15 dias após emergência de plântulas, considerando-se os estandes baseados no número de plantas e número de sementes ideais.

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste F a 5%.

Os dados referentes à altura de plantas aos 15 e 45 DAE (FIGURA 4), em plantas provenientes de sementes de mais alto vigor (99%) verificou-se altura média superior à das plantas originadas de sementes com s baixo vigor (63%) em até 6 cm, aos 15 DAE e 38 cm aos 45 DAE. Houve aumento de 0,17 cm a cada acréscimo de ponto percentual de vigor nas sementes utilizadas para a variável altura aos 15 DAE, e 1,07 cm a cada acréscimo de um ponto percentual de vigor das sementes para análise aos 45 DAE. Isso demonstra a importância da utilização de sementes visando o bom desenvolvimento inicial da lavoura.

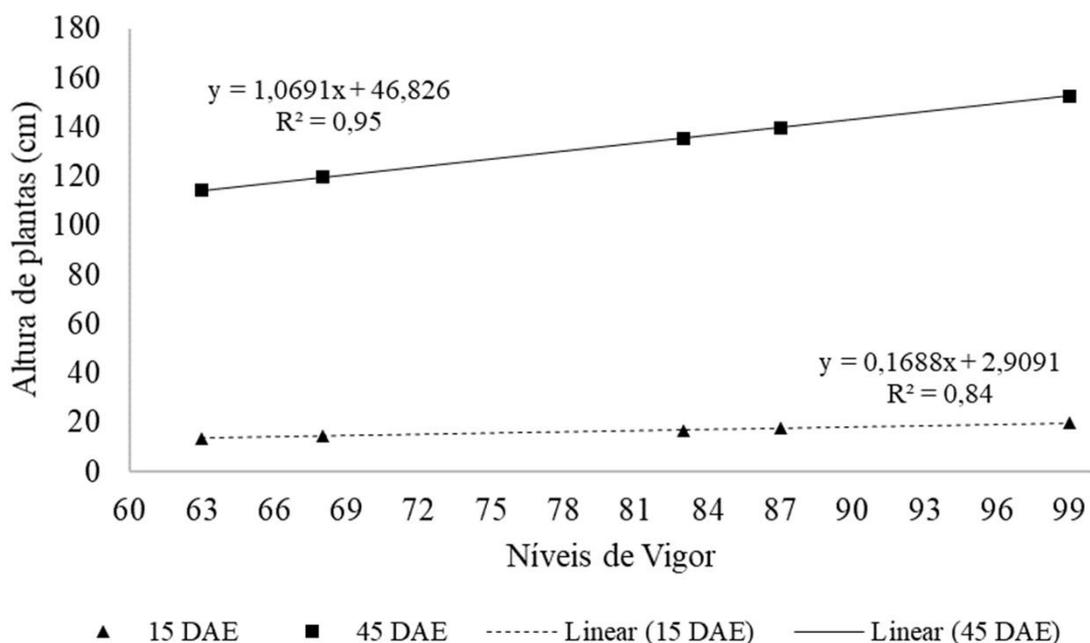


Figura 4. Altura (cm) de plantas de milho provenientes de sementes de diferentes níveis de vigor, aos 15 e 45 dias após emergência de plântulas.

O vigor da semente afeta o crescimento inicial da cultura do milho. Entretanto, essas diferenças podem diminuir nas fases subsequentes de desenvolvimento, podendo até ser suprimida ao final do ciclo da cultura (DIAS et al. 2010; MONDO et al. 2013). Esses resultados não foram observados neste estudo, uma vez que as diferenças encontradas aos 45 DAE foram maiores do que as encontradas aos 15 DAE. Sendo isso relacionado possivelmente a alguns fatores, como a utilização de materiais genéticos diferentes e mais acentuados em função do melhoramento empregado, também em função dos níveis de vigor utilizados e o sistema produtivo de alta tecnologia.

Na cultura da soja Panozzo et al. (2009), observaram que a diferença entre alturas pode ser atribuída a maior velocidade de emergência de plântulas em função do maior vigor e, da produção de plantas com maior capacidade competitiva em utilizar os recursos do meio em sementes com vigor mais alto.

Já quanto à altura média de planta entre os estandes aos 15 DAE, pode-se observar maiores valores naquele relacionado ao número de plantas ideal (FIGURA 5). Uma das possíveis explicações para esse fato, é nessa condição o número de plantas estabelecidas foi maior (FIGURA 3). Também nesses tratamentos foram semeadas três sementes por cova para posterior desbaste, assim houve maior competição intraespecífica por luz até o momento de desbaste, estimulando o estiolamento das plantas (MAUAD et al., 2010).

Esses resultados possibilitam inferir, portanto, que há relação direta entre a altura das plantas e o aumento da população nos estádios iniciais da cultura do milho, como ocorreu também em estudos realizados por Pellizzaro et al. (2019).

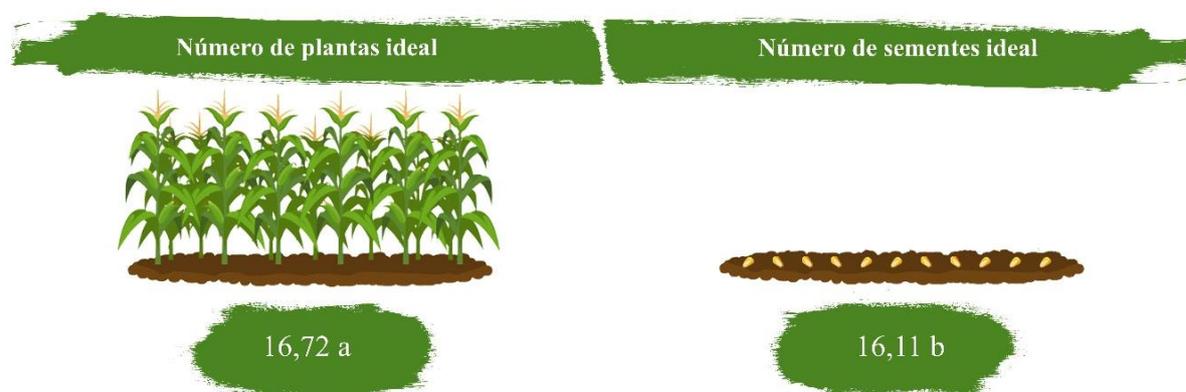


Figura 5. Altura (cm) de plantas de milho, aos 15 e aos 45 dias após emergência de plântulas, considerando-se o os estandes baseados no número de plantas e número de sementes ideais.

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste F a 5%.

Quanto aos dados de índice de clorofila total, plantas aos 15 e 45 DAE (FIGURA 6), em plantas provenientes de sementes de mais alto vigor (99%) observou-se índice total de clorofila superior ao observado em plantas originadas de sementes com mais baixo vigor (63%) em até 11% aos 15 DAE e 5% aos 45 DAE. Houve aumento de 1,35 a cada acréscimo de um ponto percentual de vigor aos 15 DAE, e 0,85 a cada acréscimo de um ponto percentual de vigor aos 45 DAE. Isto pode ser explicado, pelo fato de as plantas oriundas de sementes mais vigorosas terem emergido primeiro (LARSEN et al.,1998), assim seu processo de fotossíntese começou anteriormente ao das plantas oriundas de sementes de baixo vigor.

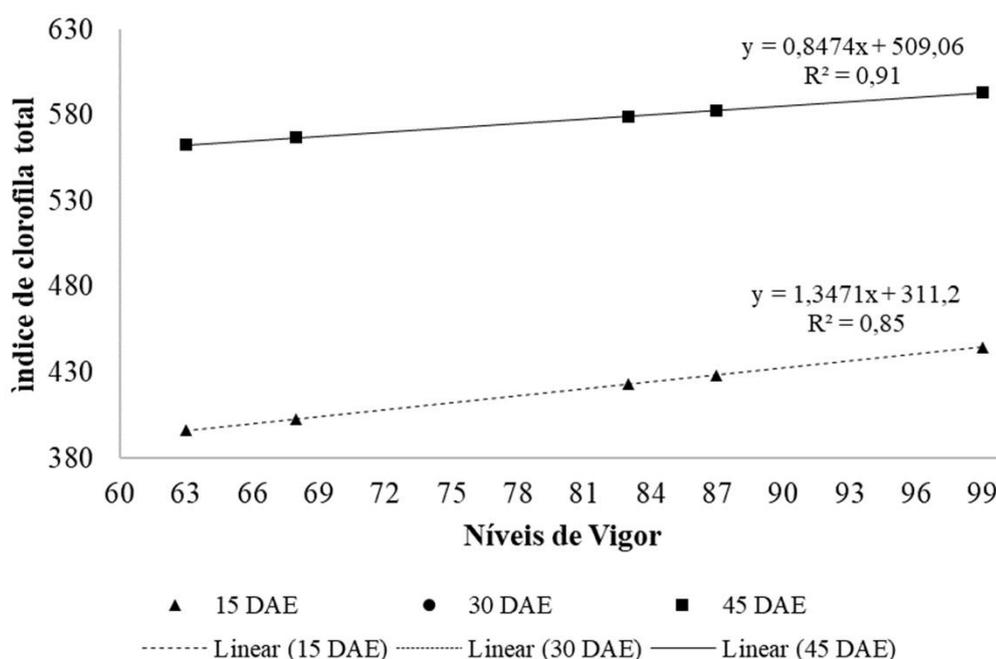


Figura 6. Índice de clorofila total de plantas de milho provenientes de sementes de diferentes níveis de vigor, aos 15 e 45 dias após emergência de plântulas.

Já pelos índices médios de clorofila total entre os estandes aos 45 DAE, quando se utilizou o número de sementes ideal verificou-se maiores valores (FIGURA 7), pois como há menor população, conseqüentemente há menor competição por radiação solar e por nitrogênio, sendo que este último está diretamente relacionado aos teores de clorofila na folha, ou seja, quanto maior o teor de N na folha do milho, maior a síntese de clorofila (ARGENTA et al., 2001).

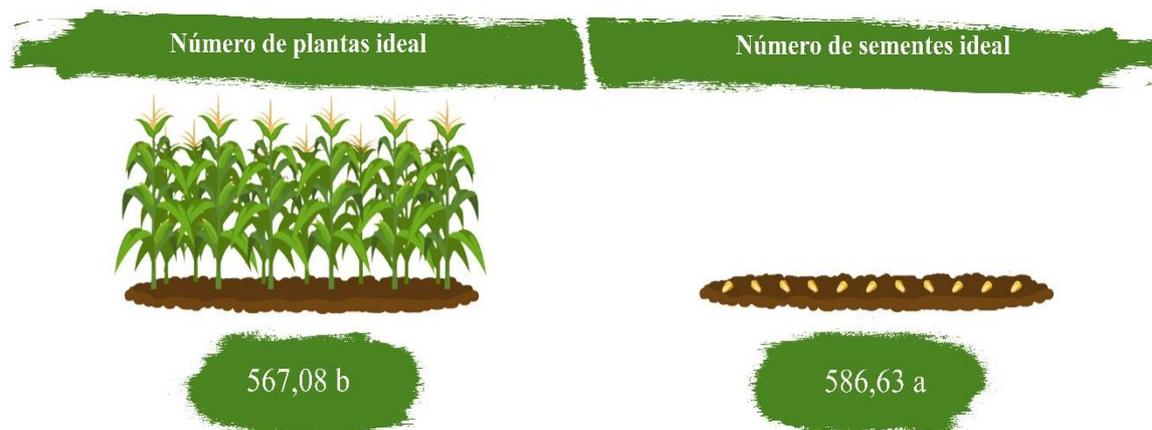


Figura 7. Índice de clorofila total de plantas de milho, aos 45 dias após emergência de plântulas, considerando-se o os estandes baseados no número de plantas e número de sementes ideais.

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste F a 5%.

Pode-se observar pela Figura 8 que quanto maior o vigor das sementes, maior foi a cobertura vegetal, podendo essa diferença chegar a até 21%. Este fato se dá pela maior altura de plantas oriundas de sementes de alto vigor, indicando que o crescimento mais rápido das plantas originadas de sementes de alto vigor proporciona a cobertura mais rápida e eficiente nas entrelinhas.

Segundo Balbinot Junior e Fleck (2005), mudanças na competição de água, luz e nutrientes entre plantas de milho e daninhas são benéficas para as lavouras de milho e podem ser alcançadas por meio de práticas de manejo, como a seleção de genótipos de estatura alta e rápido crescimento inicial das plantas. Essas considerações são consistentes com os efeitos do vigor das sementes no crescimento inicial das plantas de milho observados nesse experimento, como em Dias et al. (2010), que também observaram que o vigor da semente é um fator importante a ser considerado na competição entre a cultura e plantas daninhas.

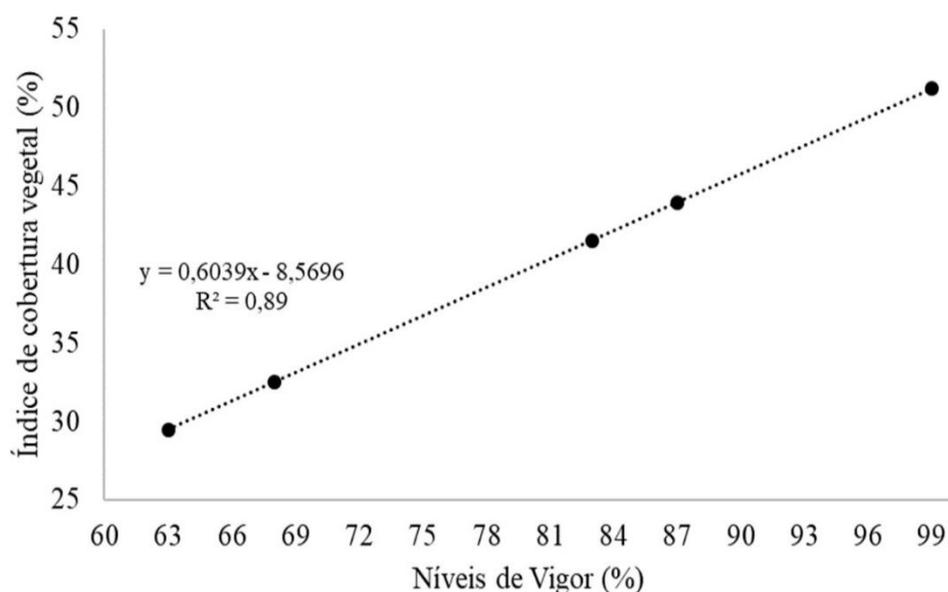


Figura 8. Porcentagem do índice de cobertura vegetal de plantas de milho provenientes de sementes de diferentes níveis de vigor, aos 60 dias após emergência de plântulas

4.3 Fase reprodutiva

Na Tabela 4 encontra-se o resumo da análise de variância para os dados referentes à fase reprodutiva da cultura. Verifica-se que apenas para o peso de mil grãos (PM) o efeito do vigor das sementes utilizadas não foi significativo. Quanto à diferença de estandes, apenas para as variáveis de população final (PF) e produtividade (P) foram constatados efeitos significativos.

Tabela 4 – Resumo da análise de variância dos resultados da fase reprodutiva da cultura: altura da primeira espiga produtiva (AE), dias até a camada negra (DCN), população final (PF), número de fileira por espiga (NF), número de grãos por fileira (NG), peso de mil grãos (PM) e produtividade (P), em plantas provenientes de sementes de milho, classificadas em cinco diferentes níveis de vigor (V) e em dois estandes (E).

FV	GL	Quadrados médios						
		AE	DCN	PF	NF	NG	PM	P
Bloco	3	31,447	4,092*	1971525,4	0,10	0,28	787,59	356693,39
Vigor (V)	4	604,686*	49,463*	7327692,3*	0,56*	6,05*	410,84	3425787,51*
Estandes (E)	1	25,281	2,025	93172037,6*	0,31	3,97	16,95	1177474,62*
V*E	4	39,369	0,838	471272,1	0,08	0,35	525,41	49579,21
Resíduo	29	16,910	1,314	1617999,6	0,12	1,53	226,44	230729,10
CV (%)		2,33	0,91	2,21	2,32	3,43	6,46	3,96
Média		176,16	125,98	57462,08	14,70	36,1	232,9	12120,13

*Significativo a 5% de probabilidade, pelo teste F.

Verificou-se correlação linear e positiva entre níveis de vigor e a altura inserção da primeira espiga produtiva (AE) (FIGURA 9), chegando ao acréscimo de 0,55 cm a cada 1% de vigor, o que pode ser explicado pela relação entre altura de planta e vigor, discutida na Figura 4. Este pode ser um fator maléfico da utilização de sementes de alto vigor, pois se as espigas estiverem pesadas, pode acarretar o acamamento de plantas no campo.

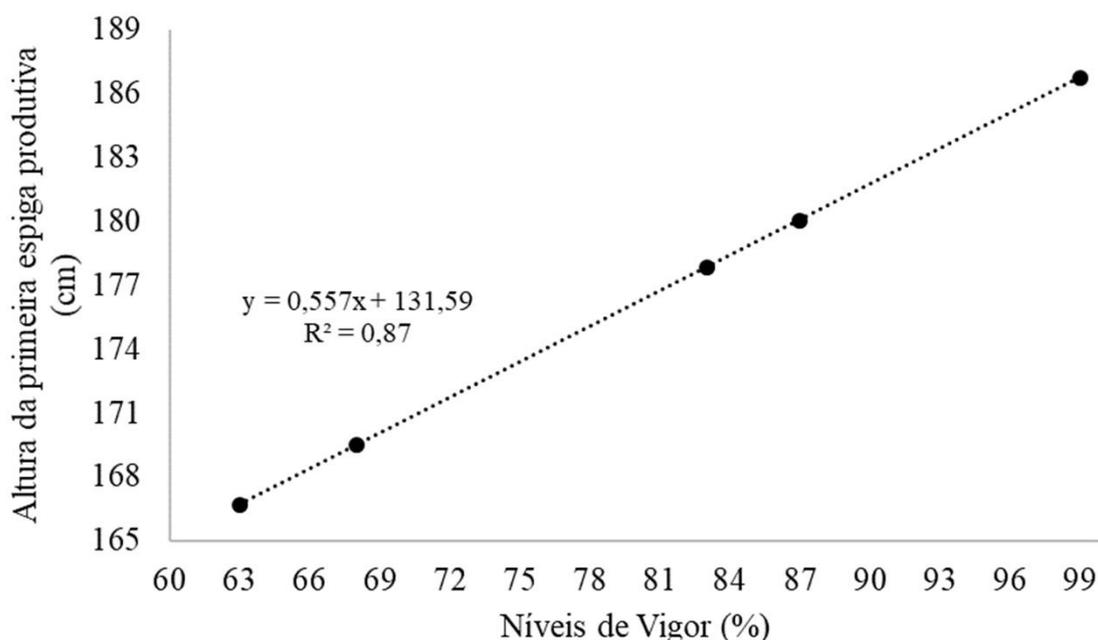


Figura 9. Altura (cm) de inserção da primeira espiga produtiva de plantas de milho provenientes de sementes de diferentes níveis de vigor, aos 120 dias após emergência de plântulas.

Para os dados de dias até a formação da camada negra (CDN), houve correlação linear e negativa entre os níveis de vigor, e foi observado que para cada 6% de aumento de vigor nas sementes, reduz 1 dia do ciclo da cultura (FIGURA 10). Segundo Mondo et al. (2012) e Dias et al. (2015), o vigor de sementes está diretamente relacionado ao crescimento inicial das plantas de milho, sendo assim o efeito deste não permanece até o final da cultura. Os resultados apresentados não corroboram com os encontrados por Mondo et al. (2012), que utilizaram sementes variando de 88 a 98% de vigor pelo teste de envelhecimento acelerado, pois o efeito do vigor persistiu até a colheita da cultura, reduzindo assim o seu ciclo, sendo que este efeito pode ter ocorrido pela utilização de material genético e níveis de vigor diferentes, além do próprio sistema produtivo.

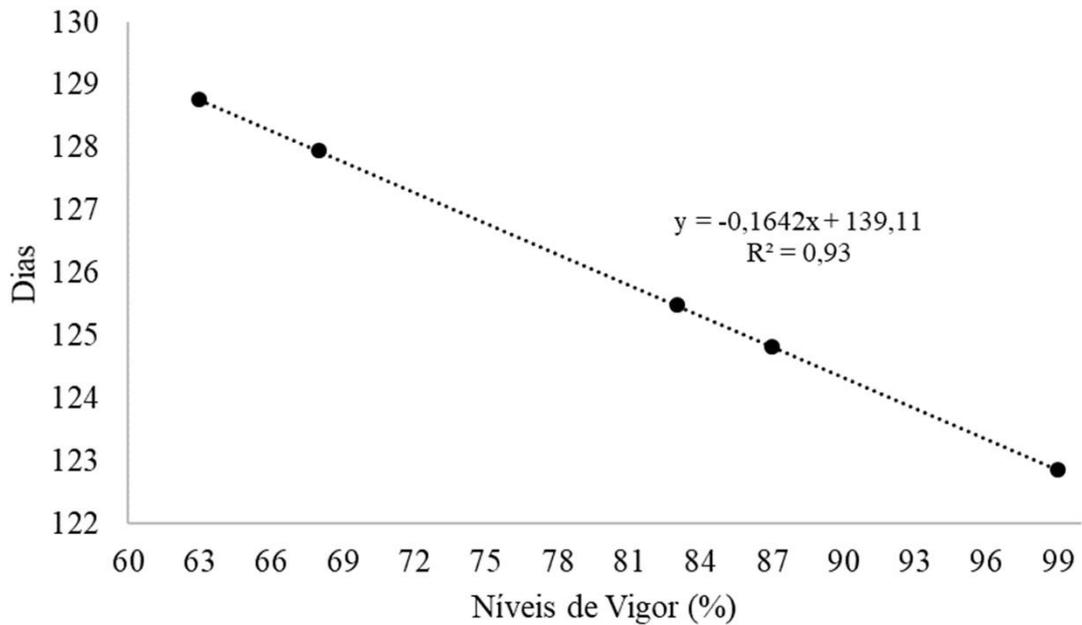


Figura 10. Dias até atingir a camada negra, em plantas provenientes de sementes de diferentes níveis de vigor.

Na Figura 11 é possível observar correlação linear e positiva entre os níveis de vigor e a população de plantas, sendo que para cada aumento de 1% do vigor nas sementes utilizadas, aumenta-se 63 plantas ha^{-1} na população final., sendo que a utilização de sementes de mais baixo vigor propiciou redução de 6% da população ideal da cultura. Sendo assim, o vigor das sementes é um fator responsável principalmente pela garantia de estabelecimento da população de plantas desejada, sendo esse um importante componente da produção, sendo responsável também pela maior velocidade e uniformidade na emergência de plântulas das plântulas (EBONE et al., 2020). Kazem e Bahareh (2014), também observaram efeito negativo do estabelecimento de plantas, quando sementes de baixo vigor foram utilizadas.

Para a população final (PF), pode-se observar que o estabelecimento da lavoura quando o número de sementes foi corrigido pelo teste de emergência de plântulas em canteiro, foi menor (FIGURA 12). Pela Figura 3, observa-se que o estande final de plantas reduziu mais, e em maior escala, em comparação ao tratamento em que foi adotado o número ideal de plantas até os 15 DAE, reduzindo, portanto, quase 3000 plantas do estande inicial e mais de 4000 plantas do estande ideal. Quando estudadas as variáveis componentes de produção de grãos, representada pelo número de fileiras por espiga (NF), pelo número de grãos por fileira (NG) o peso de mil

grãos (PM), foi possível entender a influência de cada uma dessas variáveis sobre a produtividade de grãos.

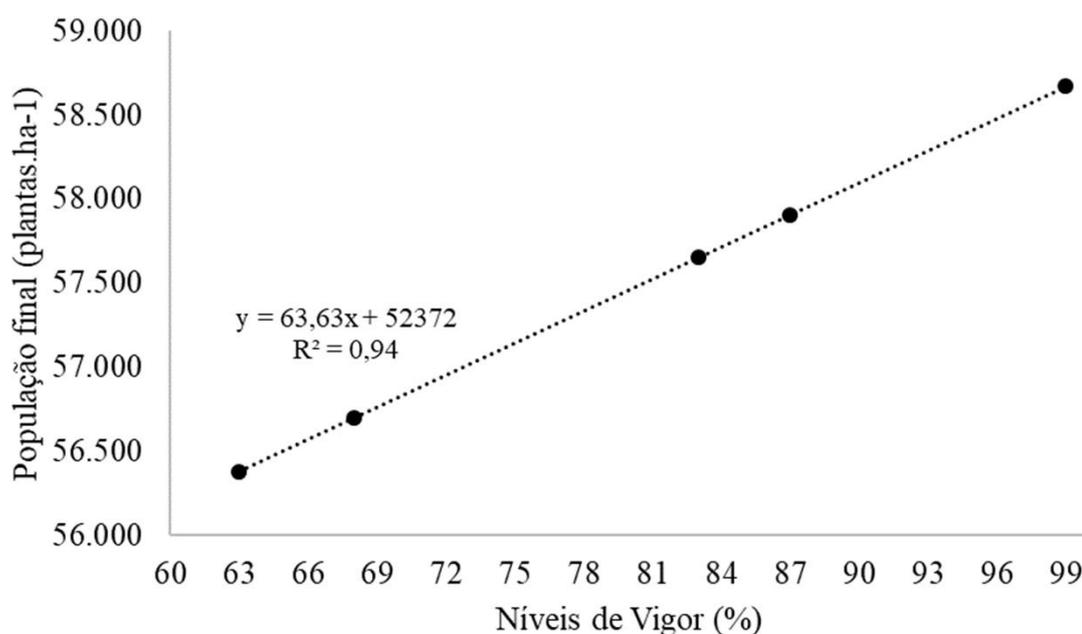


Figura 11. População final de plantas (plantas ha⁻¹), em plantas provenientes de sementes de diferentes níveis de vigor

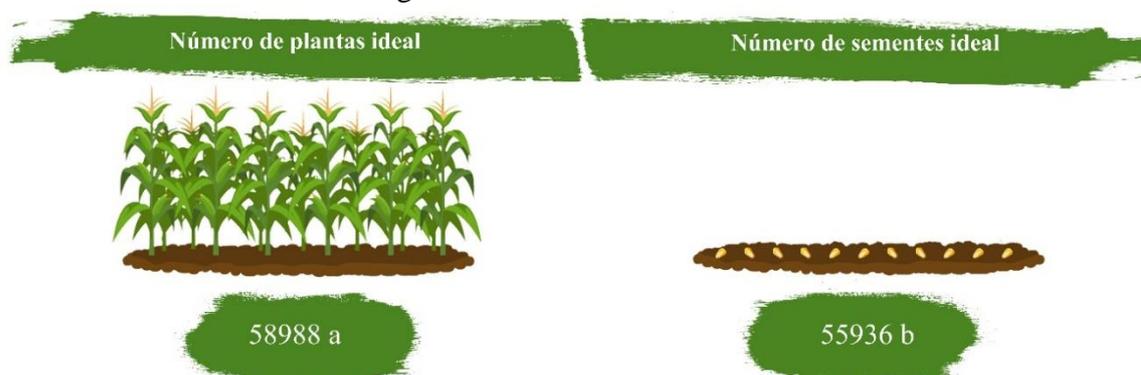


Figura 12. População final de plantas (plantas ha⁻¹), considerando-se o os estandes baseados no número de plantas e número de sementes ideais.

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste F a 5%.

4.3.1 Componentes de produtividade

Quanto ao número de fileiras por espiga (FIGURA 13), houve correlação linear positiva ao aumento do vigor de sementes. O número de fileiras por espiga é definido no estágio fenológico de oito folhas (Magalhães et al., 2002), o que demonstra a influência do vigor das sementes utilizadas na semeadura até esse estágio. Em trabalho desenvolvido por Mondo et al. (2012), que não foram constatadas diferenças entre o número de fileiras por espigas, nos diversos níveis de vigor de sementes, independentemente da distribuição e do ano experimental.

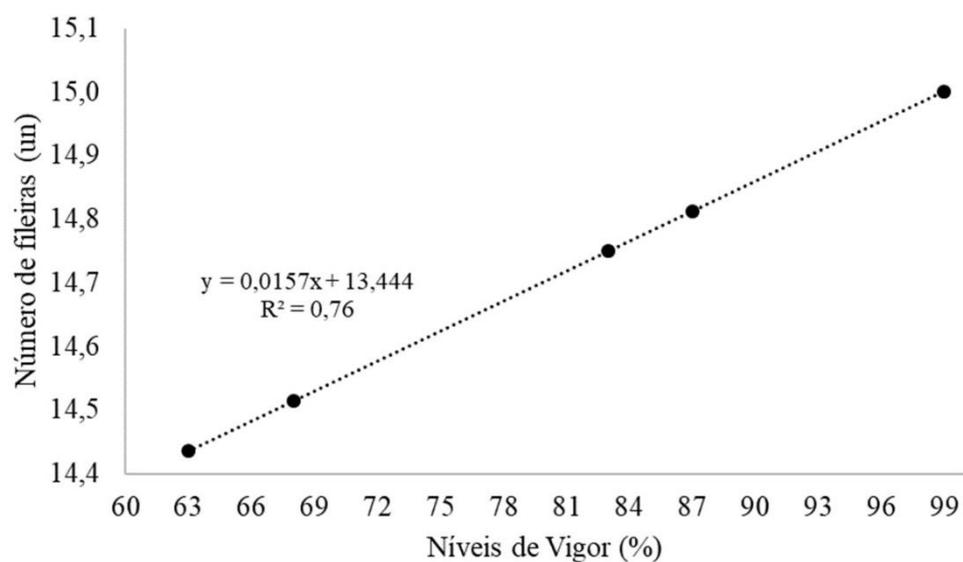


Figura 13. Número de fileiras por espiga, em plantas provenientes de sementes de diferentes níveis de vigor.

Para número de grãos por fileira espiga (FIGURA 14), também houve correlação linear positiva em função do vigor das sementes. Mondo et al. (2012) constataram que as plantas de milho provenientes de sementes de baixo vigor foram inferiores às plantas provenientes de sementes de alto vigor.

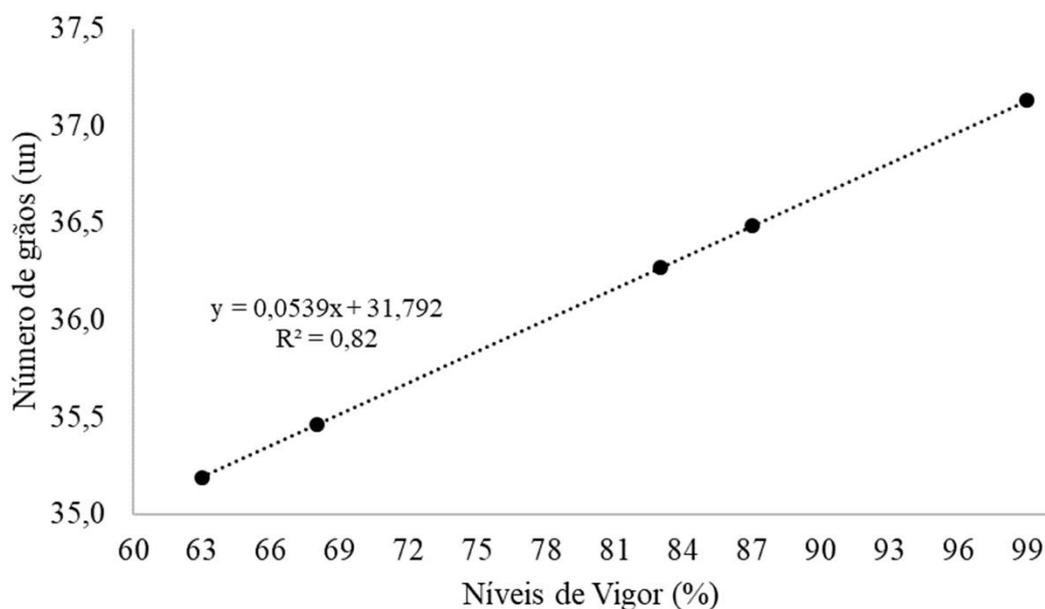


Figura 14. Número de grãos por fileira, em plantas provenientes de sementes de diferentes níveis de vigor.

Quanto ao peso de mil grãos não houve significância dos diferentes níveis de vigor das sementes, independentemente do estande (TABELA 5), demonstrando que para esse fator não houve influência do vigor das sementes e, conseqüentemente, do estande de plantas (MONTEIRO et al., 2019).

Tabela 5 – Peso de mil grãos (PMG), em plantas provenientes de sementes de diferentes níveis de vigor.

	Níveis de vigor (%)				
	63	68	83	87	99
PMG (g)	235,231 a	221,746 a	231,798 a	234,331 a	241,404 a

*Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente entre si, pelo teste Scott-knott ($p < 0,05$).

Para a variável produtividade (FIGURA 15), os resultados encontrados foram compatíveis com os obtidos para as variáveis de componentes de produção analisadas. Dessa forma, pode-se inferir que o número de grãos por fileira e o número de fileiras por espiga foram as variáveis dos componentes de produção que mais influenciaram os resultados de produtividade. Verificou-se correlação linear e positiva entre os níveis de vigor e produtividade, sendo que para cada 1% de aumento de vigor, dentro do intervalo testado, houve ganho de 43,5 kg ha⁻¹. Assim, com um aumento de 2% de vigor nas sementes utilizadas o ganho em produtividade é maior que 1 saco por hectare, 87 kg ha⁻¹. No nível de vigor mais baixo, 63%, verificou-se produtividade de 11379,2 kg ha⁻¹, e para as sementes com 99% de vigor, a produtividade foi de 12948,2 kg ha⁻¹, diferença essa de 13,7%. Isso demonstra a importância não só da elevada germinação, todos os lotes acima de 90%, mas também do vigor para a construção da alta produtividade. Este resultado condiz com Kazem e Bahareh (2014), que observaram que o uso de sementes de baixo vigor levou a perda de produtividade de até 42%, e Ghassemi-Golezani e Mamnabi (2019) que observaram que o rendimento de grãos de lotes de sementes de milho de alto vigor foi 64% maior em relação ao lote de baixo vigor. Porém, tal resultado não foi observado por alguns autores como Dias et al (2010), que observaram que o vigor de sementes afeta a produtividade somente em condições de alto estresse durante o cultivo do milho.

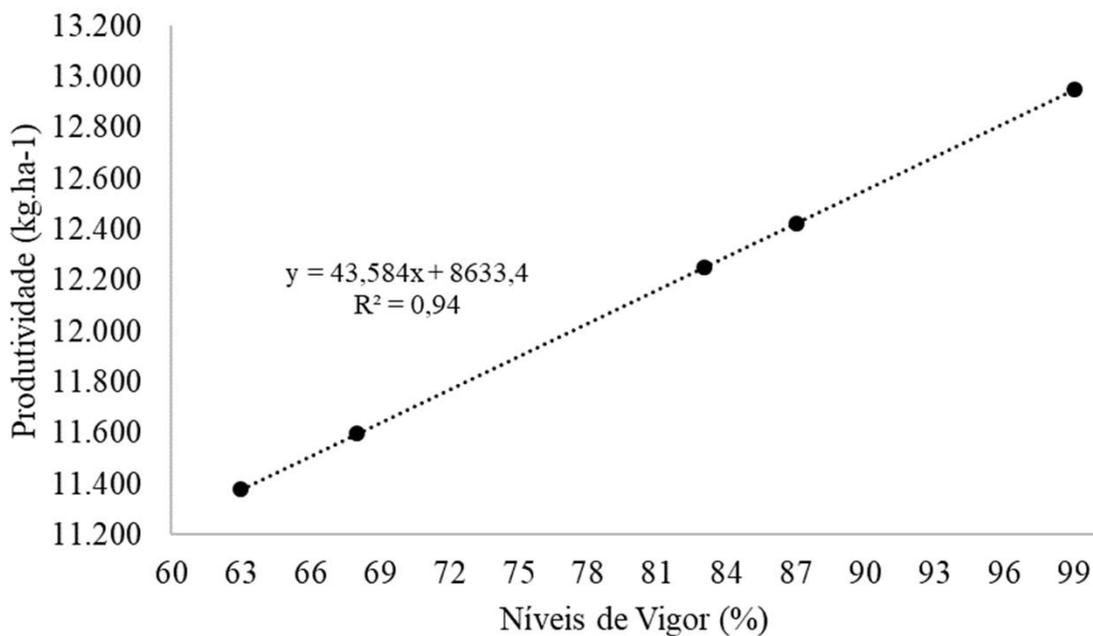


Figura 15. Produtividade (kg ha^{-1}), em plantas provenientes de sementes de diferentes níveis de vigor.

Na Figura 16, pode-se observar que a produtividade quando o estande foi corrigido em relação ao número de sementes pelo teste de emergência de plântulas em canteiro, foi 3% menor, com uma diferença de 343 kg ha^{-1} . Isso evidencia a importância do número de plantas adequados, estande, e não somente do número de sementes por hectare, que deve ser calculado com muito critério pois afeta diretamente a formação do estande final. O estande na cultura de milho é ainda mais relevante que outras culturas, como a soja, pois a planta de milho exibe crescimento com baixa plasticidade, o que decorre, principalmente, pela baixa ocorrência de perfilhamento e ramificações laterais (Balbinot-Júnior e Fleck, 2005), porém o milho possui a prolificidade, que aumenta de acordo com a redução da população (KAPPES et al., 2011), mas esta característica não supriu a produtividade causada pela falha do estande.

Com esses resultados foi possível verificar a influência do vigor das sementes sobre o crescimento inicial de plantas e seu estabelecimento no campo, como também na produtividade de grãos, o que demonstra a importância dessa variável na construção de altas produtividades de milho.

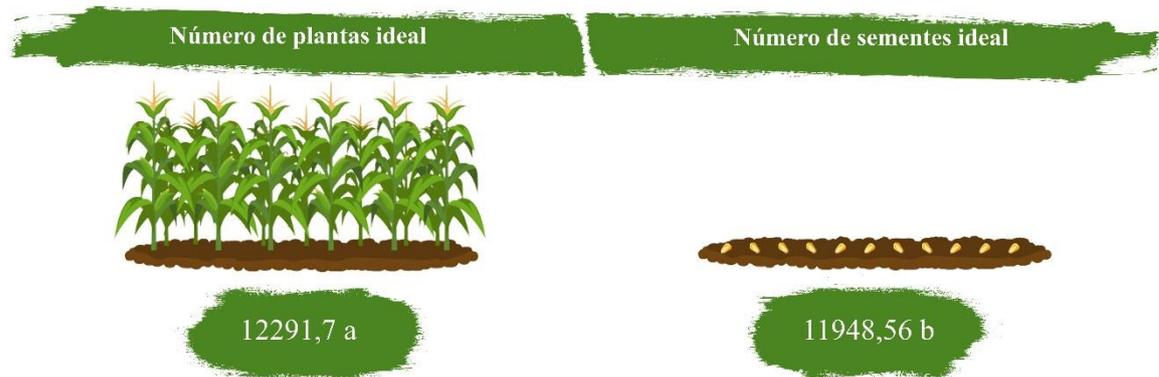


Figura 16. Produtividade (kg ha^{-1}), considerando-se o os estandes baseados no número de plantas e número de sementes ideais.

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste F a 5%.

5 CONCLUSÃO

A utilização de sementes de alto vigor de milho favorece o estabelecimento inicial da cultura e a cobertura do solo, com influência positiva sobre componentes da produtividade número de fileiras por espiga e número de grãos por fileira, além de redução no ciclo da cultura.

A utilização de sementes de alto vigor resulta em ganhos na produtividade, sendo que para cada aumento de 1 ponto percentual no nível de vigor de um lote de semente de milho o incremento na produção de grãos é de $43,5 \text{ kg ha}^{-1}$

Aumento de 1 ponto percentual no nível de vigor de um lote de semente de milho, aumenta-se $63 \text{ plantas ha}^{-1}$ na população final.

REFERÊNCIAS

ABATI, J., BRZEZINSKI, C. R., ZUCARELI, C., FOLONI, J. S. S., & HENNING, F. A. Crescimento e rendimento de trigo em resposta ao vigor de sementes e densidades de semeadura. **Revista Caatinga**, v. 31(4), p. 891-899, 2018.

ABATI, J.; BRZEZINSKI, C. R.; FOLONI, J. S. S.; ZUCARELI, C.; BASSOI, M. C.; HENNING, F. A. Seedling emergence and yield performance of wheat cultivars depending on seed vigor and sowing density. **Journal of Seed Science**, v. 39, n. 1, p. 058-065, 2017.

ABRASEM (2018). **Semente é tecnologia: anuário 2018**. Brasília: Associação Brasileira de Sementes e Mudanças. 130p.

ALVES, V. M. C.; VASCONCELLOS, C. A.; FREIRE, F. M.; PITTA, G. V. E.; FRANÇA, G. E.; RODRIGUES FILHO, A.; ARAÚJO, J. M.; VIEIRA, J. R.; LOUREIRO, J. E. Milho. In: Comissão de fertilidade do solo do estado de Minas Gerais. **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5ª aproximação**. Viçosa, 1999. p. 314316.

ARGENTA, G., SILVA, P. R. F. D., BORTOLINI, C. G., FORSTHOFER, E. L., & STRIEDER, M. L. Relação da leitura do clorofilômetro com os teores de clorofila extraível e de nitrogênio na folha de milho. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, 13, p. 158-167, 2001.

AUMONDE, T.Z.; PEDÓ, T.; MARTINAZZO, E.G.; VILLELA, F.A. Estresses ambientais e a produção de sementes: Ciência e aplicação. Pelotas, RS: Ed. **Cópias Santa Cruz**, 2017, 313p.

BAGATELI, J. R. **Desempenho produtivo da soja originada de lotes de sementes com diferentes níveis de vigor**. 2015. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Pelotas.

BAGATELI, J. R., DÖRR, C. S., SCHUCH, L. O. B., & MENEGHELLO, G. E. Productive performance of soybean plants originated from seed lots with increasing vigor levels. **Journal of Seed Science**, 41, p. 151-159, 2019.

BAGATELI, J. R., FRANCO, J. J., MENEGHELLO, G. E., & VILLELA, F. A. Vigor de sementes e densidade populacional: reflexos na morfologia de plantas e produtividade da soja. **Brazilian Journal of Development**, pag.38686-38718, 2020.

BALBINOT JUNIOR, A.A.; FLECK, N.G. Competitividade de dois genótipos de milho com plantas daninhas sob diferentes espaçamentos entre fileiras. **Planta Daninha**, v.23, n.3, p.415-421, 2005.

BERTÃO, H. G. D. S., & ANDRADE, G. A. D. Avaliação das características morfofisiológicas e da produtividade de soja (*Glycine max (L.) Merrill*) em função de diferentes níveis de vigor de sementes. 24f. 2020. **Unicesumar - Universidade Cesumar**: Maringá 2020.

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

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

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento - Secretaria de Defesa Agropecuária. **Instrução Normativa MAPA nº 45 de 17/09/2013**. Brasília: MAPA/GAB, 2013. Disponível em: https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/insumos-agropecuarios/insumos-agricolas/sementes-e-mudas/publicacoes-sementes-e-mudas/copy_of_INN45de17desetembrode2013.pdf. Acesso em: 7 de jul. 2021.

BURRIS, J. S. Seed/seedling vigor and field performance. **Journal of Seed Technology**, v. 1, n. 2, p. 58-74, 1976.

CANTARELLI, L. D., SCHUCH, L. O. B., de ARAUJO RUFINO, C., TAVARES, L. C., & VIEIRA, J. F. Physiological seeds quality: spatial distribution and variability among soybean plant population. **Bioscience Journal**, v. 31, n. 2, 2015.

CARVALHO, F. P., STRAHL, M. A., JUNGES, E., MICHELON, C. J., EGGERS, H. S., SCHOTT, A. D., JÚNIOR, F. S. S. Desempenho agrônômico de cultivares de soja com distintos níveis de vigor e cenários de semeadura. **Revista Científica Rural**, 22(2), p. 132-148, 2020.

CARVALHO, I. R.; PERUZZO, S. T.; KORCELSK, C.; PAGLIARINI, I. B.; FOLLMANN, D. N.; NARDINO, M.; DEMARI, G. H.; KULCZYNSKI, S. M.; SOUZA, V. Q. Influência fisiológica de fitohormônios em híbridos de milho (*Zea Mays* L.), **Revista SODEBRAS**, v. 9, n. 97, p. 03-08, 2014.

CARVALHO, N.M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 4.ed. Jaboticabal: FUNEP, 2000. 588p.

CICERO, S. M. & VIEIRA, R. D. Teste de frio. In: KRZYZANOWSKI, F.C.; VIEIRA, R.D.; FRANÇA-NETO, J.B.; MARCOS-FILHO, J. **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 2020. p.277-307.

COÊLHO, J. D. Milho: produção e mercados. Fortaleza: **Banco do Nordeste do Brasil**, ano 5, n.140, nov. 2020. (Caderno Setorial ETENE, n.140)

CONAB - COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento da Safra Brasileira de Grãos**, Brasília, DF, v. 8, safra 2020/21, nº 11, décimo primeiro levantamento, ago. 2021.

DIAS, M. A. N.; MONDO, V. H. V.; CICERO, S. M. Vigor de sementes de milho associado à mato-competição. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 32, p. 93-101, 2010.

EBONE, L.A.; CARVEZAN, A.; TAGLIARI, A.; CHIOMENTO, J.L.T.; SILVEIRA, D.C.; CHAVARRIA, G. Soybean seed vigor: uniformity and growth as key factors to improve yield. **Agronomy**, v.10, n.4, p.1-15, 2020.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solo, Rio de Janeiro – RJ. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 2 ed, Rio de Janeiro, 2006, 412 p.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a Guide for its Bootstrap procedures in multiple comparisons. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 38, n.4, p.278- 286, 2014.

FESSEL, S. A. et al., Avaliação da qualidade física, fisiológica e sanitária de sementes de milho durante o beneficiamento. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 25, n. 2, p. 70-76, 2003.

FRANÇA NETO, J.B.; KRZYZANOWSKI, F.C.; HENNING, A.A. A importância do uso de semente de soja de alta qualidade. **Informativo ABRATES**, Londrina, v. 20, n. 1 e 2, p.37-38, 2010.

FUNK, C. R., ANDERSON, J. C., JOHNSON, M. W., & ATKINSON, R. W. Effect of Seed Source and Seed Age on Field and Laboratory Performance of Field Corn 1. **Crop Science**, v. 2, n. 4, p. 318-320, 1962.,.

GALVÃO, J.C.C.; MIRANDA, G.V.; TROGELLO, E.; FRITSCHÉ-NETO, R. Sete décadas de evolução do sistema produtivo da cultura do milho, **Revista Ceres**, v.61, p. 819-828, 2014.

GHASSEMI-GOLEZANI, K.; MAMNABI, S. Some physiological responses and yield of maize affected by seed aging and priming duration. **Plant Breeding and Seed Science**, v. 79, p. 63-70, 2019.

GITELSON, A.A.; et al., Remote estimation of leaf area index and green leaf biomass in maize canopies. **Geophysical Research Letters**, v.30, n.5, p.52 (1-4), 2003.

KAZEM, G. G.; BAHAREH, D. Effects of seed vigour on growth and grain yield of Maize. **Plant Breeding and Seed Science**, v. 70, p. 81-90, 2014.

KAPPES, C.; ANDRADE, J.A. C.; ARF O.; OLIVEIRA, A. C.; A. R. F., M. V.; FERREIRA, J. P.; Desempenho de híbridos de milho em diferentes arranjos espaciais de plantas. **Bragantia**, Campinas, v. 70, n.2, p. 334-343, 2011. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S0006-87052011000200012>

KCZAN, I. H.; KNIES, W. P. R. Influência de diferentes níveis de vigor nas características fisiológicas e de produtividade de soja (*Glycine max L.*). 24f. 2020. **Unicesumar - Universidade Cesumar**: Maringá 2020.

KOLCHINSKI, E. M.; SCHUCH, L.O.B; PESKE, S.T. Crescimento inicial de soja em função do vigor das sementes. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v.12, n.2, p.163-166, 2006.

KOCH, F., ROLIM, J. M., MARTINAZZO, E. G., PEDÓ, T., VILLELA, F. A., & AUMONDE, T. Z. Growth and dry matter partition wheat plants in response to seed vigor and water restriction. **Journal of Seed Science**, v. 43, 2021.

LOOMIS, R. S.; WILLIAMS, W. A. Maximum Crop Productivity: An Estimate . **Crop Science**, v. 3, n. 1, p. 67–72, 1 jan. 1963.

LARSEN, S.U.; POVLSEN, F.V.; ERIKSEN, E.N.; PEDERSEN, H.C. The influence of seed vigour on field performance and the evaluation of the applicability of the controlled deterioration vigour test in oil seed rape and pea. **Seed Science and Technology**, v.26, p.627-641, 1998.

MAGALHÃES, P.C.; DURÃES, F.O.M.; CARNEIRO, N.P.; PAIVA, E. Fisiologia do milho. Sete Lagoas: EMBRAPA-CNPMS, **Circular Técnica 22**. 23p. 2002.

MANTOVANI, E. C.; FILHO, I. A. P.; VIANA, J. H. M.; FILHO, M. R. de A.; OLIVEIRA, M. F. de; NETO, M. M. G.; ALVARENGA, R. C.; MATRANGOLO, W. J. R.; CRUZ, J. C. **Cultivo do Milho**. 2015.

MARCOS-FILHO, J. (2015). **Fisiologia de Sementes de Plantas Cultivadas**. 2. ed. Londrina: ABRATES, 2015, 660 p.

MARINHO, J. D. L., SILVA, S. R., SOUZA, D. D., FONSECA, I. D. B., BAZZO, J. H. B., & ZUCARELI, C. Wheat yield and seed physiological quality affected by initial seed vigor, sowing density, and environmental conditions. **Embrapa Trigo-Artigo em periódico indexado**, 2021.

MAUAD, M.; SILVA, T.L.B.; ALMEIDA NETO, A.I.; ABREU, V.G. Influência da densidade de semeadura sobre características agrônômicas na cultura da soja. **Revista Agrarian**. v.3, n.9, p.175-181, 2010.

MELLADO, B. F. Capítulo 3 os conhecimentos botânicos a partir da história da domesticação do milho. **Ensino de ciências e biologia: a construção de conhecimentos a partir de sequências didáticas**, p. 71, 2018.

MELO, P.C.S. de; ANUNCIACÃO FILHO, C.J.da; OLIVEIRA, F.J. de; BASTOS, G.Q.; MONDO, V. H. V., CICERO, S. M., DOURADO-NETO, D., PUPIM, T. L., & Dias, M. A. N. Seed vigor and initial growth of corn crop. **Journal of Seed Science**, 35, 64-69, 2013.

MONTEIRO, M. F., MOREIRA, C. R., CANZI, G. M., DE PAULA SOUZA, G. B., PERES, D. M. Variáveis biométricas e produtividade de híbridos de milho na região oeste do Paraná. **Revista Técnico-Científica**, n. 17, 2019.

MONDO, V. H. V., CICERO, S. M., DOURADO-NETO, D., PUPIM, T. L., & DIAS, M. A. Vigor de sementes e desempenho de plantas de milho. **Revista Brasileira de Sementes**, 34, p. 143-155, 2012.

PANOZZO, L.E.; SCHUCH, L.O.B.; PESKE, S.T.; MIELEZRSKI, F.; PESKE, F.B. Comportamento de plantas de soja originadas de sementes de diferentes níveis de qualidade fisiológica. **Revista da Faculdade de Zootecnia, Veterinária e Agronomia, Uruguaiana**, v.16, n.1, p.32-41, 2009.

PELLIZZARO, E. C., ALBRECHT, L. P., KRENCHINSKI, F. H., ALBRECHT, A. J. P., & Migliavacca, R. A. Redução no espaçamento do milho em solos de baixa altitude. **Revista de Ciências Agrárias**, 42(2), p.492-501, 2019.

PEREIRA FILHO, I. A.; BORGHI, E. Sementes de milho: nova safra, novas cultivares e continua a dominância dos transgênicos. **Embrapa Milho e Sorgo-Documentos (INFOTECA-E)**, 2020.

PESKE, S.T; BARROS, A.S.C.A; SCHUCH, L.O.B. Produção de sementes. In: PESKE S.T.; VILLELA, F.A.; MENEGHELLO, G.E. **SEMENTES: Fundamentos Científicos e Tecnológicos**. Universidade Federal de Pelotas. 3 Ed., 2012, p 14 - 103.

PINO, M., SCHUCH, L. O. B., CASTELLANOS, C. I. S., KOCH, F., Szarecki, V. J., PIMENTEL, J. R., & PEDO, T. Individual and population behavior of soybean plants grown in rows with different proportions of high-and low-vigor seeds. **Australian Journal of Crop Science**, 13(1), 151-158, 2019

ROSSI, R.F.; CAVARIANI, C.; FRANÇA-NETO, J. de B. Vigor de sementes, população de plantas e desempenho agrônômico de soja. **Amazonian Journal of Agricultural and Environmental Sciences**, v.60, n.3, p.215-222, 2017.

SCHEEREN, B.R.; PESKE, S.T.; SCHUCH, L.O.B.; BARROS, A.C.A. Qualidade fisiológica e produtividade de sementes de soja. **Revista Brasileira de Sementes**, vol. 32, nº 3 p. 035-041, 2010.

SCOTT, A. J.; KNOTT, M. A cluster analysis method for grouping means in the analysis of variance. **Biometrics**, Washington, v. 30, p. 507-512, Sept. 1974.

SILVA, C.S. **Vigor de sementes de soja e desempenho da cultura**. 2010. Tese (Doutorado em Ciência e Tecnologia de Sementes). Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel. UFPel. Pelotas – RS.

SOUZA, A. E.; REIS, J. G. M.; RAYMUNDO, J. C.; PINTO, R. S. Estudo da produção do milho no Brasil: regiões produtoras, exportação e perspectivas, **South American Development Society Journal**, v.4, n.11, p. 182-184, 2018.

SZARESKI, V. J.; CARVALHO, I. R.; KEHL, K.; PELEGRIN, A. J.; NARDINO, M.; DEMARI, G. H.; BARBOSA, M. H.; LAUTENCHLEGER, F.; SMANIOTTO, D.; AUMONDE, T. Z.; PEDÓ, T.; SOUZA, V. Q. Interrelations of Characters and Multivariate Analysis in Corn, **Journal of Agricultural Science**; v. 10, n. 2, 2018.

USDA. Foreign Agricultural Service. World Agricultural Production. Foreign Agricultural Service. **Circular Series**. The United States: august, p. 1-43, 2021. Accessed 2021-08-17.