



CLELDER FRANCISCO DO NASCIMENTO

**DESEMPENHO DE HÍBRIDOS DE MILHO SOB DIFERENTES
DENSIDADES POPULACIONAIS**

**LAVRAS – MG
2020**

CLELDER FRANCISCO DO NASCIMENTO

**DESEMPENHO DE HÍBRIDOS DE MILHO SOB DIFERENTES DENSIDADES
POPULACIONAIS**

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

Orientador

Dr. Prof. Silvino Guimarães Moreira

Coorientadora

Dra. Carine Gregório Machado Silva

**LAVRAS – MG
2020**

CLELDER FRANCISCO DO NASCIMENTO

**DESEMPENHO DE HÍBRIDOS DE MILHO SOB DIFERENTES DENSIDADES
POPULACIONAIS
MAIZE HYBRIDS PERFORMANCE UNDER DIFFERENT POPULATION
DENSITIES**

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

Aprovado em 14 de agosto de 2020
Dra. Carine Gregório Machado Silva UFLA
Dr. Evaldo Tadeu de Melo UFLA

Dr. Prof. Silvino Guimarães Moreira
Orientador
Dra. Carine Gregório Machado Silva
Coorientadora

**Lavras – MG
2020**

Dedico esta monografia a minha querida mãe, que foi fonte de inspiração para que eu acreditasse novamente no caminho da educação acadêmica, sendo o “alicerce” dessa jornada vitoriosa. Ao meu estimado avô Bento Gomes de Almeida (*in memoriam*), e minha sábia avó Lavínia da Costa Almeida, cujas presenças foram essenciais para minha criação e formação de alguns valores morais, dos quais tanto me orgulho. Dedico também ao meu primo Isaac Veloso Gomes (*in memoriam*), um grande exemplo de simplicidade consolidado na família, o empréstimo das apostilas dele foi motivo para o meu retorno aos estudos.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente aos meus familiares e namorada, pessoas que sempre me apoiaram de forma inigualável durante essa jornada. Sem essas pessoas, tenho certeza que dificilmente eu conseguiria chegar onde cheguei.

À oportunidade dada pela UFLA ao me integrar à sua estrutura, administração, corpo docente e funcionários. Sou muito grato por disfrutar do espaço-tempo nessa poderosa universidade.

Aos funcionários, professores, colegas de graduação e pós-graduação que estiveram comigo durante minhas atividades vivenciais e iniciações científicas no setor de grandes culturas e fruticultura da UFLA.

Aos colegas de república que estiveram presentes no meu dia a dia durante a caminhada da graduação. É de legítima vontade que eu tenha deixado algum aprendizado durante o nosso convívio, pois aprendi com vocês o quão importante é, morar com pessoas de perfis diferentes para o enriquecimento pessoal.

Ao Mestre Arlei de Faria, que através dos ensinamentos da arte marcial Taekwon-Do me passou muita disciplina, a qual utilizo na minha conduta de vida.

Aos caminhoneiros que me deram carona nos trevos entre o percurso Formiga-Lavras, as caronas deles foram de grande contribuição para que eu pudesse chegar aos meus destinos sem ter gastos financeiros. Ademais, as conversas que tivemos com certeza me motivaram para seguir em frente.

Aos colegas de graduação que estiveram comigo em muitas das disciplinas do curso, em especial aqueles que foram mais ligados a mim, estando presentes em vários almoços e jantas no restaurante universitário, nos momentos de tirar dúvidas, e nas conversas e cafés durante o intervalo das aulas.

Ao Dr. Evaldo Tadeu de Melo, uma pessoa brilhante a qual desejo manter essa amizade valiosa por muitos e muitos anos. Sou muito grato pelos seus ensinamentos e companheirismo.

À coorientadora Dra. Carine Gregório Machado Silva, sublime profissional que me auxiliou de forma particular nas avaliações experimentais e na escrita deste trabalho.

Ao professor, tutor e orientador, Dr. Silvino Guimarães Moreira, uma pessoa que considero magnífica, a qual tive o privilégio de conhecer e me aproximar durante a graduação. Essa pessoa foi motivo de inspiração muitas vezes, para que eu me esforçasse cada vez mais a me tornar um bom profissional, carregando sempre a bandeira da humildade como propósito.

Ao grupo GMAP (Grupo de Pesquisa em Manejo de Produção), o qual foi um verdadeiro divisor de águas na minha graduação. Foi nessa grande equipe que me apoiei para conseguir boa parte dos conhecimentos técnicos que tenho. Foi nessa equipe também, que pude contar com a ajuda dos integrantes na condução dos experimentos que estive mais à frente, inclusive o qual originou a minha monografia.

Aos parceiros da empresa KWS que confiaram os projetos dos ensaios experimentais ao GMAP, por intermédio do meu orientador Silvino Guimarães Moreira.

Ao grupo PET (Programa de Educação Tutorial) Agronomia, o qual me passou ensinamentos de trabalho em equipe e autoconhecimento. A minha participação em atividades, reuniões e eventos fez com que eu ampliasse a minha visão quanto ao aspecto organizacional de um grupo. A medida que o tempo foi passando, notei que a união de uma equipe promove resultados fantásticos. Esse grupo, auxiliou-me a enxergar um pouco mais quem sou, meus pontos fortes e outros em que preciso melhorar.

À Chácara da Mantiqueira e Garantia Agronegócios, empresas que abriram suas portas a mim para a realização de estágios. Muito obrigado ao crédito que me depositaram e com isso fosse possível acompanhar algumas das atividades agrícolas que desempenham.

A Deus, por me proporcionar a vida e ao vivê-la passar por momentos reflexivos diante de tantas escolhas, as quais nem todas acertei, afinal isso faz parte do jogo e em conformidade com Aristóteles, “somos o resultado de nossas escolhas”. Entretanto, diante de alguns acertos e com disciplina, geraram-se frutos em forma de conquistas, alavancando-me para novos voos.

Os mais próximos sabem que a palavra: obrigado, é bastante frequente no meu vocabulário. Por isso, faço todos esses agradecimentos na tentativa de expressar a minha gratidão àqueles que contribuíram na minha formação de alguma maneira, seja essa contribuição simples ou complexa, a minha gratidão vale para todos.

RESUMO

O milho (*Zea mays* L.) é cultivado durante todo ano em diversos ambientes e sob variados níveis tecnológicos, encontrando-se presente nas pequenas, médias e grandes propriedades. Utiliza-se o cereal em inúmeras cadeias produtivas de transformação, que abrange desde indústrias alimentícias até as energéticas. Devido a importância dessa cultura, justifica-se o intenso lançamento de híbridos pelas empresas produtoras de sementes. A correta escolha de um híbrido de acordo com o nível tecnológico a ser empregado se torna primordial para a obtenção de altas produtividades. Dentre os vários fatores que podem interferir na produtividade, a população de plantas por hectare possui relação direta com o posicionamento de híbridos. Assim sendo, objetivou-se avaliar o desempenho de sete híbridos, submetidos a quatro diferentes populações e semeados em época de primeira safra. Conduziu-se o experimento na Fazenda Santa Rita, no município de Três Corações, localizada na região Sul de Minas Gerais. Utilizou-se delineamento experimental em blocos casualizados com três repetições em esquema fatorial 7x4, sendo sete híbridos (K9960 VIP3, K9606 VIP3, K9555 VIP3, K9105 VIP3, K9300 PRO3, K9500 PRO2 e K9080 PRO2) e quatro densidades de semeadura (56.000, 64.000, 72.000 e 80.000 plantas ha⁻¹). Avaliou-se altura de plantas, altura de inserção da primeira espiga, estande final, massa de mil grãos e produtividade. As médias foram agrupadas pelo método de Scott-Knott e nos casos de interação significativa, utilizou-se análise de regressão, para ambos os métodos foi adotado o teste F a 5% de probabilidade. Os híbridos: K9300 PRO3, K9105 VIP3, K9960 VIP3 e K9555 VIP3 foram os mais produtivos nas quatro populações testadas, com produtividades acima de 11.626 kg ha⁻¹. O material genético K9500 PRO2 foi mais produtivo com a população de 56.000 plantas ha⁻¹, com produtividade de 12.297 kg ha⁻¹. Obteve-se para quase todos os híbridos, produtividades cerca de duas vezes maiores que as médias nacionais pela CONAB, para cultivos da primeira safra.

Palavras-chave: *Zea mays* L. Densidade de semeadura. Produtividade.

ABSTRACT

Corn (*Zea mays* L.) is cultivated throughout the year in diverse environments and under several technological levels, being present in small, medium and large properties. Cereal is used in numerous production chains of processing, ranging from food industries to energetic ones. Due to the importance of this crop, the intense launch of hybrids by seed producing companies is justified. The correct choice of a hybrid according to the technological level to be employed becomes primordial to obtain high productivity.

Among the various factors that can interfere in productivity, the plant population per hectare has a direct relationship with the positioning of hybrids. Therefore, the objective was to evaluate the performance of seven hybrids, submitted to four different populations and sown in the first harvest season. The experiment was conducted at Santa Rita Farm, in the municipality of Três Corações, located in the southern region of Minas Gerais.

An experimental delineation was used in randomized blocks with three replications in a 7x4 factorial scheme, being seven hybrids (K9960 VIP3, K9606 VIP3, K9555 VIP3, K9105 VIP3, K9300 PRO3, K9500 PRO2 and K9080 PRO2) and four seeding densities (56,000, 64,000, 72,000 and 80,000 ha⁻¹ plants). Plant height, insertion height of the first cob, final stand, mass of a thousand grains and productivity were evaluated. The averages were grouped by the Scott-Knott method and in cases of significant interaction, the regression analysis was used, for both methods the F test at 5% of probability was adopted. The hybrids: K9300 PRO3, K9105 VIP3, K9960 VIP3 and K9555 VIP3 were the most productive in the four populations tested, with productivity above 11,626 kg ha⁻¹. The genetic material K9500 PRO2 was more productive with a population of 56,000 plants ha⁻¹, with productivity of 12,297 kg ha⁻¹. It was obtained for almost all hybrids, productivities about twice as high as national averages by CONAB, for crops of the first harvest.

Keywords: *Zea mays* L. Sowing density. Productivity.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	9
2	REFERENCIAL TEÓRICO	10
2.1	Panorama sobre a cultura do milho (<i>Zea mays</i> L.)	10
2.2	Aspectos morfofisiológicos a serem considerados para o adensamento de plantas	12
2.3	Escolha da população de plantas	13
2.4	Aspectos básicos sobre cultivares	15
2.5	Características dos híbridos estudados	16
3	MATERIAIS E MÉTODOS	17
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	19
4.1	Altura de plantas, altura de inserção da primeira espiga e estande final	19
4.2	Massa de mil grãos e produtividade	21
5	CONCLUSÃO	27
	REFERÊNCIAS	28
	APÊNDICE	31

1 INTRODUÇÃO

A importância econômica e social da cultura do milho (*Zea mays*, L.) no Brasil e no mundo é algo consolidado. O cereal encontra-se presente nas pequenas, médias e grandes propriedades, de modo que é cultivado o ano todo nos mais diversos ambientes e sob variados níveis tecnológicos.

Diante desse mercado cada vez mais pujante, há um intenso lançamento de novos híbridos pelas empresas produtoras de sementes todos os anos. Dessa forma, se faz necessário a avaliação dos materiais lançados em diferentes condições edafoclimáticas, para que os resultados sirvam de subsídios para a correta recomendação dos híbridos.

No início do século XXI existiam poucas empresas de sementes que trabalhavam com melhoramento genético de milho. Na época, a produtividade média brasileira era de apenas 3.000 kg ha⁻¹ e havia um escasso número de cultivares. Na safra atual, pelas estimativas da Conab (2020), a produtividade média na primeira safra é de 5.989 kg ha⁻¹. Acredita-se que esse aumento considerável esteja relacionado com a utilização de novos híbridos e as melhorias no manejo do solo, insetos-praga, doenças e plantas invasoras.

Sabe-se que a correta escolha de um híbrido em função do nível tecnológico a ser empregado é primordial para se obter altas produtividades. Existem vários fatores que podem intervir na produção, dentre eles, a população de plantas por hectare, a qual possui relação direta com o material genético a ser posicionado.

Segundo Marchão, Brasil e Ximenes (2006), o adensamento proporcionado pelo incremento na densidade de semeadura, é uma prática que permite maior rendimento produtivo. Isso acontece em decorrência do aumento da interceptação de radiação fotossinteticamente ativa pelo dossel das plantas. O acréscimo populacional é a maneira mais eficiente para se elevar a produtividade, caso não tenha demais fatores limitantes (PEIXOTO, 2007).

De certa forma, o aumento na densidade populacional de plantas por área pode otimizar a interceptação da radiação solar pela cultura do milho. Entretanto as populações não devem exceder a densidade ótima (aquela em que as plantas utilizam eficientemente os recursos ambientais) de cultivo para determinado híbrido em uma dada condição. Posto isto, mesmo a adequação populacional sendo considerada escolha simples e dependente apenas de uma boa regulação na semeadora, o impacto de uma tomada de decisão incorreta nesse sentido pode trazer prejuízos consideráveis.

Existem diversos caracteres retratados na literatura dos genótipos vigentes de milho, que favorecem o adensamento populacional, dentre eles podemos destacar: ciclo mais curto; folhas mais eretas, em menor número e com menos área foliar; menor altura das plantas e inserção de espiga. Esse conjunto de características permite a adoção de maiores populações de plantas por hectare, porque proporciona melhor aproveitamento de luz, água e nutrientes.

A resposta dos híbridos em diferentes regiões, está intimamente relacionada com a interação genótipo-ambiente, em função disso ocorrem distintos progressos quanto à estabilidade dos materiais genéticos. Aqueles considerados mais estáveis, promovem respostas mais constantes, mesmo diante de algumas alterações nas condições ambientais.

Há uma demanda por avaliações experimentais que demonstre as respostas de rendimento produtivo de cada híbrido de milho. Tais informações, são bastante válidas tanto para as empresas quanto para os técnicos e produtores de grãos, que conhecendo a densidade de semeadura adequada para cada região e condição climática, poderão recomendar de forma mais assertiva a população que melhor atenderá ao nível tecnológico a ser empregado, bem como obter retorno econômico satisfatório.

Objetivou-se, avaliar o desempenho de sete híbridos de milho submetidos a quatro densidades de semeadura, nas condições de safra verão 2019/2020, em Três Corações, Minas Gerais.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Panorama sobre a cultura do milho (*Zea mays* L.)

O milho é uma planta da família Poaceae, pertencente ao gênero *Zea* e sua espécie possui o nome científico de *Zea mays* L. Os primeiros registros de cultivo do milho foram há 7.300 anos, em pequenas ilhas próximas ao litoral mexicano, no golfo do México. O nome de origem indígena significa “sustento da vida” e serviu como alimentação básica de várias civilizações importantes, dentre elas, Maias, Astecas e Incas, as quais reverenciavam o cereal na arte e na religião, sendo que boa parte das atividades desses povos eram destinadas ao cultivo do grão (APROSOJA, 2019; ABIMILHO,2006).

Com as grandes navegações do século XVI a cultura do milho se expandiu do continente americano para outras partes do mundo. Há cerca de 150 espécies conhecidas, com grande diversidade de cor e formato dos grãos (FIESP, 2020).

A cultura do milho tem de fato elevada importância para o agronegócio brasileiro, trata-se de um alimento não somente rico em amido, mas também em proteínas, sais minerais, vitaminas, óleos, gorduras e celulose. Há em torno de 360kcal a cada cem gramas do grão (ABIMILHO,2019). O cereal também é utilizado como matéria-prima de interesse em vários segmentos industriais, como por exemplo: alimentícios, energéticos, farmacêuticos, de rações e bebidas (FIESP, 2020).

Pensando-se na alta demanda por alimentos no mundo, o milho é fonte base para a produção de alimentos que serão convertidos em proteína animal nas diferentes cadeias de produção de aves, suínos, bovinos, peixes, dentre outros (FIESP, 2020). Isso se deve justamente a alta capacidade produtiva de matéria seca da cultura, ricamente nutritiva para esses animais. Nos sistemas de produção agrícolas, deve ser ressaltado sua importância como gramínea em rotação de culturas, com elevado aporte de palhada sobre o solo após a colheita de milho grão (GALVÃO; BORÉM; PIMENTEL, 2017).

De acordo com relatório da FAO (Food and Agriculture Organization), tanto a produção quanto a exportação de milho no Brasil sofreram um *boom* fantástico nos últimos anos. As exportações brasileiras para Ásia e África atingiram aproximadamente 32 milhões de toneladas no ano agrícola de 2015/2016. As razões atribuídas pela organização foram várias, dentre elas destacam-se: novos materiais genéticos, capacidade climática de produzir duas safras, enfraquecimento cambial da moeda Real, investimento apoiado pelo governo ao desenvolvimento de portos e infraestrutura de transporte.

Ainda segundo a FAO, a expansão da fronteira agrícola Centro-oeste impulsionou o transporte para o Norte a distâncias muito menores em relação aos portos do Sul, o que reduziu custos e tempo de transporte. Novos terminais de portos se tornaram operacionais na chamada área do Arco Norte e nas safras 2017/2018, os embarques já representavam 34% do milho exportado. Outro ponto favorável, foi a vantagem competitiva proporcionada ao milho produzido na região Norte e Centro-oeste, por estar próximo da região do escoamento.

De acordo com levantamento do USDA (United States Department of Agriculture) para a safra de 2019/2020 de milho, está previsto um novo recorde no consumo global, estimado em 1,13 bilhão de toneladas. A previsão para as exportações mundiais registrou 165,9 milhões de toneladas

do cereal, na comparação com a safra anterior, havendo um decréscimo de 8,3%. O Brasil ocupará a terceira posição na produção mundial com 101 milhões de toneladas, ficando atrás da China e EUA. Nas exportações, o Brasil ocupará a segunda posição, com 36 milhões de toneladas do grão, ficando atrás apenas dos EUA. O consumo brasileiro está estimado em 67 milhões de toneladas do grão.

2.2 Aspectos morfofisiológicos a serem considerados para o adensamento de plantas

Segundo Silva et al. (2003), dentre os vários motivos que levam ao baixo rendimento médio de grãos da cultura do milho, a utilização inadequada da densidade de semeadura é um deles. Portanto, a correta escolha da densidade de plantas por hectare é uma das decisões mais impactantes na produtividade. Desde muito tempo comenta-se por técnicos e agricultores sobre as densidades populacionais de plantas. No entanto, não há um consenso, pois ocorrem constantes lançamentos de novas cultivares no mercado e existe a interação destas com os distintos ambientes onde são implantadas. Além disso, também pode-se citar os diversos tipos de solo e condições tecnológicas das propriedades agrícolas.

De acordo com Silva et al. (2006), a população de plantas é uma das práticas culturais que mais interferem na produtividade do milho, pois pequenas modificações na densidade populacional são capazes de alterar significativamente o rendimento de grãos. O que pode explicar tal comportamento é que diferentemente de outras poáceas, o milho não possui elevada capacidade de compensação de espaços, tem pouca plasticidade em expansão foliar e baixa prolificidade (ANDRADE et al., 1999). Ademais, perfilha pouco, além do fato desses não serem produtivos.

Por ser uma planta C4, com elevada eficiência no aproveitamento de luz e fixação de carbono, foi possível o desenvolvimento de híbridos com melhor adaptabilidade ao adensamento populacional. Sangoi e Silva (2006) relataram que, a seleção de híbridos em maiores populações originou materiais genéticos mais tolerantes a estresses, o que permite de certa forma, o adensamento populacional nos cultivos.

Alguns pontos já estão consolidados quanto à densidade populacional de plantas. Sabe-se que a precocidade dos híbridos de milho está atrelada a adoção de maiores densidades de plantas. Segundo Sangoi et al. (2001), materiais mais precoces têm correlação positiva com valores

menores de: números de folhas, estatura e exigência calórica. Dessa forma, existe a necessidade do aumento de indivíduos por área no intuito de otimizar a interceptação da radiação solar.

Almeida et al. (2000) observaram que a característica de folhas mais eretas e com menor área foliar minimizam os efeitos da competição intraespecífica, fato comprovado pelos menores índices de reflectância de vermelho extremo em comunidades de plantas com tais características, no caso dos materiais com maiores e mais folhas decumbentes o índice se mostrou maior. Provavelmente os materiais que possuem folhas mais estreitas e eretas são mais eficientes para absorverem luz nessa faixa de comprimento de onda.

Uma característica comumente observada em híbridos de milho é o *stay green*, que indica a capacidade que a planta tem de manter suas folhas verdes por maior tempo possível durante o seu ciclo. Esse carácter é desejável pois, indica que o aparato fotossintético se mantém ativo por mais tempo, indicando produção e distribuição de fotoassimilados mais duradouras. Alguns produtores de milho silagem relacionam este atributo a uma melhor qualidade da silagem e o usam como um dos critérios na decisão de compra do híbrido. Pensando-se no manejo da densidade de plantas, é importante a manutenção das folhas metabolicamente ativas, pois indica maior tolerância dos híbridos ao adensamento populacional, circunstância validada por Sangoi, Schmitt e Zanin (2007).

O período antese-espigamento pode se estender em consequência de um adensamento populacional inadequado. Bolaños e Edmeades (1996) explanaram que o momento de liberação dos grãos de pólen é curto e a viabilidade deles não é tão prolongada, intervalos extensos entre a antese e o espigamento poderão reduzir a fertilização dos óvulos, por conseguinte, ocorrerá perdas em produção. Em um estudo, Fornasieri Filho (2007) aponta que o elevado número de plantas pode causar alterações morfofisiológicas, dentre elas, o aumento de plantas sem espigas.

2.3 Escolha da população de plantas

Baixas populações de plantas de milho é uma das causas de redução da produtividade (BARBOSA, 2011). Por outro lado, não se pode pensar apenas na população, mas principalmente na distribuição de plantas. Para Sangoi (2000), a melhor distribuição das plantas na área permite maior aproveitamentos dos recursos naturais, reduzindo-se estresses e aumentando a produtividades.

A redução das populações de plantas na segunda safra do milho, pode ser interessante, pois tende a reduzir a competição intraespecífica, já que as condições ambientais não são tão favoráveis quanto na safra verão. Índices de área foliar elevados, fora das condições ideais hídricas e nutricionais, aumentam o estresse sobre as plantas. Consequentemente, a planta prioriza o crescimento apical e as gemas laterais reduzem a taxa de crescimento e desenvolvimento (SANGOI, 1996). Dessa forma, maiores populações de plantas devem ser recomendadas em condições satisfatórias de umidade, e, em situação de segunda safra, possuem maior viabilidade com o uso de sistemas de irrigação.

Sabe-se também que o incremento errôneo na densidade de plantas leva ao acamamento e quebraimento de colmo, principalmente durante o período do enchimento de grãos. Assim sendo, menores alturas de inserção de espigas é bastante vantajoso, haja vista que a massa dos grãos toma proporções consideráveis após o a fase do enchimento.

A escolha inadequada de populações de plantas também pode desarmonizar a sincronia fenológica de plantas, ou seja, possivelmente havendo plantas dominantes e dominadas. Como resultado, as plantas dominadas poderão se tornar plantas estéreis (VEGA, 2001).

Em um contexto geral, é essencial ter informações confiáveis sobre os híbridos que possuem melhor adaptabilidade ao local de cultivo e, em quais populações obtêm melhor rendimento produtivo.

Outro aspecto a ser considerado é sobre a sanidade das plantas em condições de elevado adensamento populacional. Sangoi et al. (2003) informam que em densidades maiores, a circulação de ar no interior dos dosséis reduz, podendo favorecer à germinação de esporos dos fungos, principalmente daqueles que exigem maior período de molhamento. O número excessivo de plantas também pode restringir a atividade fotossintética das folhas, o que exige acentuada redistribuição de fotoassimilados do colmo para os grãos, deixando-o mais vulnerável ao ataque dos patógenos.

Sabe-se que os fungos: *Colletotrichum graminicola*, *Stenocarpella maydis* e *Fusarium spp*, são causadores de doenças de colmo no milho, afetando diretamente na translocação de seiva entre raízes e parte aérea (SANGOI et al., 2000). Consequentemente, o ataque severo desses microrganismos leva ao quebraimento do colmo e morte prematura das plantas, impactando diretamente na produtividade.

No caso das podridões de espiga, alguns dos causadores podem ser: *Stenocarpella maydis*, *Fusarium spp* e *Gibberella zeae*, nota-se que alguns destes são os mesmo que atacam colmos. Esses

patógenos além de danos quantitativos por consumo de reservas dos grãos, causam também danos qualitativos simultaneamente, devido a formação de grãos ardidos e micotoxinas que podem ser potenciais contaminantes em rações animais.

Práticas como: rotação de culturas, tratamento de sementes e escolha de híbridos bem adaptados, devem ser adotadas juntamente ao adensamento populacional, pois os híbridos com maiores tolerâncias a competição intraespecífica são também mais sensíveis ao ataque de doenças. Além disso é necessário a associação de uma boa distribuição das sementes no sulco de semeadura e que estas tenham emergência uniforme (SANGOI; SILVA, 2006).

De acordo com Balbinot e Fleck (2005), a menor incidência de raios luminosos no extrato inferior do dossel das plantas pode limitar o desenvolvimento das plantas invasoras. Sendo assim, o aumento da população de plantas associado a um espaçamento reduzido pode facilitar o controle de plantas daninhas, pois ocorre um fechamento mais rápido dos espaços entre as plantas de milho, o que reduz a chegada de luz no solo, desfavorecendo a atividade fotossintética das daninhas presentes e a germinação daquelas que são fotoblásticas positivas.

Algo que não pode ser desconsiderado é sobre a eficiência no uso da água disponível do solo, quando as plantas cobrem a superfície do solo mais rapidamente, perdas de água por evaporação podem ser minimizadas (SANGOI et al., 2004). Quanto ao manejo de conservação do solo, nas áreas mais declivosas com pouco acúmulo de palhada, a cobertura vegetativa antecipada pode contribuir com a redução do escoamento superficial do solo (LAUER, 1994).

Haja vista que a escolha da população de plantas foi feita embasada na observação dos critérios práticos influenciadores, os benefícios serão notórios durante o manejo da cultura e o resultado levará a incrementos produtivos. Portanto, a escolha precisa do número de plantas por unidade de área, demonstra-se fator decisivo para a obtenção de elevadas produtividades.

2.4 Aspectos básicos sobre cultivares

A escolha das cultivares é dependente do objetivo da produção, e deve ponderar as características do material genético que melhor se encaixa em dado ambiente de produção. Por exemplo, se o objetivo for silagem, é desejável que o intervalo do enchimento de grãos do material genético seja alongado, no intuito que o processo de ensilagem fique mais maleável. Além disso, deve ter também alta produtividade de grãos, pois são estes a fonte de amido, que confere energia

ao alimento. De acordo com Fonseca (2000), para a produção de forragem, a população ideal de plantas deve propiciar alta produção de matéria seca por hectare.

Estabilidade de produção é o atributo que avalia o comportamento dos híbridos em locais e anos diferentes, sendo considerados estáveis aqueles que dentro de uma área geográfica responderam de forma previsível em função da variação das condições ambientais (GALVÃO; BORÉM; PIMENTEL, 2017). No caso da adaptabilidade, observa-se a capacidade da cultivar ter aproveitamento vantajoso mesmo diante das variações de ambiente (BORÉM; MIRANDA, 2013).

Quanto a textura do grão é classificado como: duro ou cristalino (*flint*), mole ou dentado (*dent*) e os farináceos. Grãos duros, possuem o endosperma todo considerado como vítreo, grãos dentados, o endosperma é farináceo apenas na região central do grão e indentado na parte superior. No caso de grãos farináceos, além de terem a indentação, todo o grão é farináceo. Quanto ao ciclo, encontra-se cultivares classificadas como: superprecoce, precoce, semiprecoce e normal. As faixas em unidades de graus de crescimento correspondentes a essas classificações, não se encontra muito bem definida na literatura (GALVÃO; BORÉM; PIMENTEL, 2017). Porém, segundo Landau, Magalhães e Guimarães (2010), a classificação segue as exigências térmicas de 890 a 1200 graus-dias (G.D.) para as cultivares normais, de 831 a 890 para a cultivares precoces e as superprecoces de 780 a 830 G.D.

2.5 Características dos híbridos estudados

Os híbridos comerciais utilizados no presente trabalho foram: K9960 VIP3, K9606 VIP3, K9555 VIP3, K9105 VIP3, K9300 PRO3, K9500 PRO2 e K9080 PRO2. A descrição resumida das características de cada um, tem como base o Portfólio KWS, 2020.

K9960 VIP3: exige nível tecnológico de alto investimento, germoplasma tropical e subtropical, ciclo precoce, grãos alaranjados e semiduros, sabugo branco. Possui alta adaptabilidade, prolificidade de espigas, tolerância ao complexo do enfezamento e bom *dry down* (perda de água após a maturação fisiológica).

K9606 VIP3: exige nível tecnológico de alto investimento, germoplasma tropical, ciclo precoce, grãos alaranjados e semiduros, sabugo branco. Tem alta estabilidade produtiva e espigas decumbentes.

K9555 VIP3: exige nível tecnológico de alto investimento, germoplasma tropical e subtropical, ciclo precoce, grãos alaranjados e semiduros, sabugo branco. Possui ótima sanidade geral, boa tolerância ao complexo do enfezamento e rápido *dry down*.

K9105 VIP3: exige nível tecnológico de alto investimento, germoplasma tropical, ciclo precoce, grãos amarelo-alaranjados e semiduros, sabugo branco. Possui elevado peso de grãos e bom empalhamento.

K9300 PRO3: exige nível tecnológico de alto investimento, germoplasma subtropical, ciclo superprecoce, grãos amarelos e dentados, sabugo vermelho. Tem baixa altura de inserção de espiga, “espiga *flex*” (capacidade de expansão em populações mais baixas) e rápido *dry down*.

K9500 PRO2: exige nível tecnológico de alto investimento, germoplasma subtropical, ciclo superprecoce, grãos amarelo-alaranjados e dentados, sabugo vermelho. Possui alta adaptabilidade, rápido *dry down*, silagem de alta qualidade e bom volume.

K9080 PRO2: exige nível tecnológico de médio investimento, germoplasma tropical e subtropical, ciclo precoce, grãos alaranjados e semiduros, sabugo branco. Tem ótima estabilidade e boa tolerância ao complexo do enfezamento.

A empresa produtora considera todos os sete materiais com potencial de dupla aptidão, ou seja, podem ser indicados para grãos ou silagem.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na safra 2019/20, safra de verão, na Fazenda Santa Rita, localizada em Três Corações, na região do Sul de Minas Gerais (45° 12' 27'' longitude oeste e 21° 40' 01'' latitude sul; altitude = 880m). O clima é do tipo Cwa (clima tropical de altitude com inverno seco e verão úmido) segundo a classificação de Köppen.

As médias anuais de pluviosidade e temperatura são respectivamente 1.401 mm e 20,2 °C. O mês mais seco é julho com precipitação de 15 mm, já o mês de maior precipitação é dezembro com 270 mm (MERKEL, 2020).

O delineamento experimental foi de blocos casualizados, em esquema fatorial 7x4, com três repetições, sendo sete híbridos: K9960 VIP3, K9606 VIP3, K9555 VIP3, K9105 VIP3, K9300 PRO3, K9500 PRO2, K9080 PRO2 e quatro densidades de semeadura: 56.000, 64.000, 72.000 e 80.000 plantas por hectare. O experimento dispôs de oitenta e quatro unidades experimentais e

cada uma teve dimensão de 10m², sendo 4 linhas de 5m, espaçadas em 0,5m, sendo que o espaçamento entre linhas foi fixado para todas as parcelas. A área útil correspondeu a 5m², sendo as duas linhas centrais das parcelas avaliadas.

No final do mês de setembro de 2019 realizou-se a dessecação da área, uma vez que a lavoura foi cultivada no sistema de plantio direto. Os sulcos de semeadura foram abertos e adubados mecanicamente. Para a adubação de semeadura foram aplicados 25,5 kg ha⁻¹ de nitrogênio e 117,3 kg ha⁻¹ de P₂O₅, através da fonte MAP (mono-amônio-fosfato). As sementes utilizadas foram tratadas industrialmente com os ingredientes ativos cyantranilprole, thiamethoxam, metalaxil-M, tiabendazol e fludioxonil. Posteriormente, realizou-se a semeadura no dia 16/10/2019 com matracas reguladas nos espaçamentos de 36, 31, 28 e 25cm. Foram distribuídas duas sementes por cova e posteriormente realizou-se o desbaste, para atingir as populações estudadas.

A capina química foi realizada quinze dias após a emergência, fazendo-se uma aplicação com 1.500 g ha⁻¹ de atrazina mais 1.112,5 g ha⁻¹ de di-amônio de glifosato e 925 g ha⁻¹ de ácido de glifosato. A adubação de cobertura foi realizada entre os estádios fenológicos V3-V4, quando as plantas já tinham três a quatro folhas apresentando o colar totalmente visível. Nesta adubação, se aplicou 171 kg ha⁻¹ de nitrogênio utilizando como fonte uréia e 104,4 kg ha⁻¹ de K₂O potássio na fonte de cloreto de potássio.

De acordo com o monitoramento periódico de insetos-praga e doenças, foram feitas duas pulverizações para controlá-los. Uma no estágio fenológico V5 com: 40 g ha⁻¹ de acetamiprido e 80 g ha⁻¹ de alfa-cipermetrina mais 60 g ha⁻¹ de azoxistrobina e 24 g ha⁻¹ de ciproconazol. A outra em pré-VT (um pouco antes do pendoamento) com: 99,75 g ha⁻¹ de piraclostrobina e 37,5 g ha⁻¹ de epoxiconazol.

Durante a colheita, realizada dia 03/03/2020, avaliaram-se o estande final, altura de plantas e altura de inserção da primeira de espiga. Para avaliação da altura de plantas (superfície do solo até a base do pendão) e altura da primeira espiga (superfície do solo até o ponto de inserção da espiga no colmo), foram coletados os dados de cinco plantas aleatórias presentes na área útil das parcelas, utilizando-se uma régua graduada. Para estande final, realizou-se a contagem do número de plantas nas duas linhas centrais.

Após a colheita, avaliaram-se a massa de grãos e massa de mil grãos. Para isso, foi efetuada a trilhagem das espigas no setor de grandes culturas do Departamento de Agricultura da

Universidade Federal de Lavras, e determinou-se a massa de grãos por unidade experimental, unidade e massa de mil grãos. Para isto, foram utilizados os seguintes equipamentos: balança comum, medidor de umidade e balança de precisão. Posteriormente, corrigiu-se os valores das massas encontradas considerando-se a umidade a 13%, como é usualmente procedido em armazenamentos. Com base nos dados das massas já corrigidas, fez-se a estimativa de produtividade e a massa de mil grãos, sendo que, para a estimativa de produtividade a área útil da parcela foi extrapolada para um hectare.

Os dados foram submetidos a análise de variância através da aplicação do teste F. Quando significativos, ao nível de 5 % de probabilidade de erro, as médias foram submetidas ao teste de agrupamento Scott-Knott e nos casos de interação significativa, a análise de regressão foi utilizada. Todo o procedimento foi executado por meio do programa estatístico Sisvar (2011).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Altura de plantas, altura de inserção da primeira espiga e estande final

A variável altura de plantas (AP) foi influenciada pelo fator híbridos isoladamente, ou seja, não houve interação significativa com a fonte de variação das populações (TABELA 1).

Tabela 1- Resumo da análise de variância (quadrados médios) referente à altura de plantas (AP), altura de inserção da primeira espiga (AE), estande final (EF), massa de mil grãos (MMG) e produtividade (PROD) de sete híbridos de milho sob quatro populações.

Fonte de variação	Quadrado Médio				
	AP (m)	AE (m)	EF (n° plantas)	MMG (g)	PROD (kg ha ⁻¹)
Híbridos (H)	0,28806*	0,4361*	387.095.238,09*	5.154,54*	19.538.853,39*
Populações (P)	0,00634 ^{ns}	0,0095 ^{ns}	248.555.555,56*	242,17 ^{ns}	1.220.541,63 ^{ns}
H x P	0,00361 ^{ns}	0,0026 ^{ns}	47.370.370,37 ^{ns}	873,42*	2.552.975,07*
Bloco	0,01632 ^{ns}	0,0028 ^{ns}	189.004.761,90 ^{ns}	459,89 ^{ns}	2.897.389,66 ^{ns}
Resíduo	0,00595 ^{ns}	0,0038 ^{ns}	41.361.552,03 ^{ns}	400,68 ^{ns}	1.352.223,02 ^{ns}
CV(%)	2,79	3,90	12,19	5,44	9,9

^{ns}não significativo (p>0,05) e *significativo (p<0,05) pelo teste F.

Fonte: Do autor (2020)

O híbrido que obteve a maior altura foi o K9960 VIP3, com 2,95 m. Por sua vez, as menores alturas foram observadas nos híbridos K9080 PRO2 e K9300 PRO3, com 2,60 e 2,56 m, respectivamente (TABELA 2). Considerou-se também através do teste de agrupamento de médias, que as alturas dos híbridos K9105 VIP3, K9555 VIP3 e K9606 VIP3 foram iguais, com altura intermediária.

A densidade populacional não influenciou a altura das plantas, diferente do encontrado por Merotto Junior et al. (1997) e Calonego et al. (2011), pois observaram que em condições de alta densidade populacional as plantas desenvolveram mais. Para Gardner et al. (1985), plantas mais próximas entre si nas linhas de cultivo reduz a quantidade de radiação solar que atinge o ponto de crescimento em cada planta, o que intensifica a dominância apical elevando o crescimento. Isso justifica o motivo que Silva et al. (2014) observaram os maiores valores para a variável altura de plantas com a população de 80.000 plantas ha⁻¹, sendo esta, a maior densidade avaliada por esses autores. É possível que os híbridos escolhidos e o intervalo das densidades populacionais de plantas testadas no presente trabalho, não permitiram que essa relação do aumento da altura de plantas com as crescentes populações fosse manifestada.

Tabela 2 - Produtividade (PROD), massa de mil grãos (MMG), altura de inserção da primeira espiga (AE), altura de plantas (AP) e estande final (EF) em função dos diferentes híbridos de milho. Três Corações, MG, 2020.

Híbrido	AP (m)	AE (m)	EF (nº plantas)	MMG (g)	PROD (kg ha ⁻¹)
K9300 PRO3	2,56d	1,46c	56.833,33a	336,14c	13.064,12a
K9105 VIP3	2,88b	1,65b	56.666,67a	381,23a	12.748,27a
K9960 VIP3	2,95a	1,82a	56.833,33a	348,74b	12.528,29a
K9555 VIP3	2,85b	1,77a	56.833,33a	395,60a	12.203,69a
K9606 VIP3	2,84b	1,64b	49.666,67b	380,42a	11.669,11a
K9080 PRO2	2,60d	1,40d	50.166,67b	360,50b	9.988,04b
K9500 PRO2	2,65c	1,31e	42.166,67c	374,66a	9.982,52b
CV(%)	2,79	3,90	12,19	5,44	9,9

Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste de agrupamento Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade de erro.

Fonte: Do autor (2020)

Para a variável altura de inserção da espiga (AE), também não houve interação entre híbridos e populações, havendo diferença apenas para os híbridos, tal como ocorreu com a característica altura de plantas (TABELA 1).

Os híbridos que apresentaram as maiores médias para inserção de espiga foram K9960 VIP3 (1,82 m) e K9555 VIP3 (1,77 m), não diferindo estatisticamente entre si (TABELA 2). Isso de certa forma já era previsto, tomando-se como fundamento a comparação da altura de plantas ter sido próxima entre esses dois materiais. A menor altura de inserção da primeira espiga foi observada no híbrido K9500 PRO2, com 1,31 m, esse resultado provavelmente é consequência também da menor altura de planta alcançada por esse híbrido. A diferença entre a maior e menor AE foi correspondente a 28%, tendo uma diferença absoluta de 0,51 m.

Ao contrário do observado no presente trabalho, alguns autores observaram aumento da altura de inserção das espigas, com o aumento da população de plantas (Calonego et al., 2011; Shioga, Oliveira e Gerage, 2004; Silva et al., 2014; Penariol et al., 2003). Conforme os resultados de Penariol et al. (2003), o aumento linear na altura de inserção da espiga ocorreu quando foram utilizadas populações de 40, 60 e 80 mil plantas ha^{-1} . Ainda em conformidade, Silva et al. (2014) detectaram que a altura de inserção de espiga foi influenciada pelas densidades populacionais, sendo que, com a população de 40.000 plantas ha^{-1} , houve redução na altura de inserção da espiga em relação às maiores populações.

Para a variável estande final (EF) foi detectado a influência dos fatores isolados populações e híbridos (Tabela 1). Tratando-se da fonte de variação população esse resultado já era esperado, pois o trabalho visou submeter cada material genético à diferentes níveis de população, no intuito da obtenção de número de plantas final distintos. Quanto a fonte de variação híbrido, pode-se pressupor que alguns dos híbridos obtiveram melhor adaptabilidade às condições impostas pelo microclima do local de cultivo ou, essa diferença tenha sido influenciada por diferenças na porcentagem de germinação dos materiais avaliados.

4.2 Massa de mil grãos e produtividade

Para a característica massa de mil grãos (MMG), houve interação entre híbrido e populações (TABELA 1). Contrariamente ao relatado por Santos, Pazini e Oliveira (2011), que apresentaram resultados maiores de MMG em densidades populacionais de 45 e 60 mil plantas ha^{-1} (foram

estudadas por eles as populações de 45, 60, 75, 90, 105 e 120 mil plantas ha⁻¹), sendo que os híbridos avaliados responderam ao aumento da densidade, de acordo com o esperado. Ou seja, com o aumento da densidade de plantas diminui-se a massa dos grãos. Por outro lado, o aumento na densidade de plantas até certo limite compensou a produtividade. No trabalho de Demétrio et al. (2008), as populações entre 50.000 a 70.000 plantas ha⁻¹ possibilitaram grãos mais pesados quando comparados aos grãos colhidos na população de 90.000 plantas ha⁻¹.

Segundo Kluge, Tezotto e Silva (2015), pela composição do grão de milho ser consideravelmente composta por amido, em altas populações, existe uma maior competição intraespecífica por recursos naturais, o que reduz a produção de fotoassimilados e consequentemente a MMG. Marchão et al. (2006) também constataram, que a diminuição na MMG em decorrência da maior competição entre plantas, que reduziu a disponibilidade de reservas para enchimento dos grãos.

Avaliando-se o desdobramento de híbridos dentro dos níveis de população, observou-se que na população de 56.000 plantas ha⁻¹, os híbridos com as maiores MMG foram K9555 VIP3, K9500 PRO2, K9105 VIP3 e K9080 PRO2 (TABELA 3).

Tabela 3 - Massa de mil grãos (g) dos híbridos em função de populações, na safra verão 2019/2020 em Três Corações, Minas Gerais.

Híbrido	População			
	56.000	64.000	72.000	80.000
K9555 VIP3	399,92aA	380,25bA	398,14aA	404,12aA
K9105 VIP3	375,61aA	386,29bA	384,86aA	378,15aA
K9606 VIP3	358,01bB	420,12aA	381,79aB	361,76aB
K9500 PRO2	398,75aA	349,47cB	360,93bB	389,48aA
K9080 PRO2	374,78aA	352,57cA	348,27bA	366,38aA
K9960 VIP3	354,43bA	352,02cA	350,20bA	338,32bA
K9300 PRO3	341,11bA	350,41cA	326,55bA	326,50bA

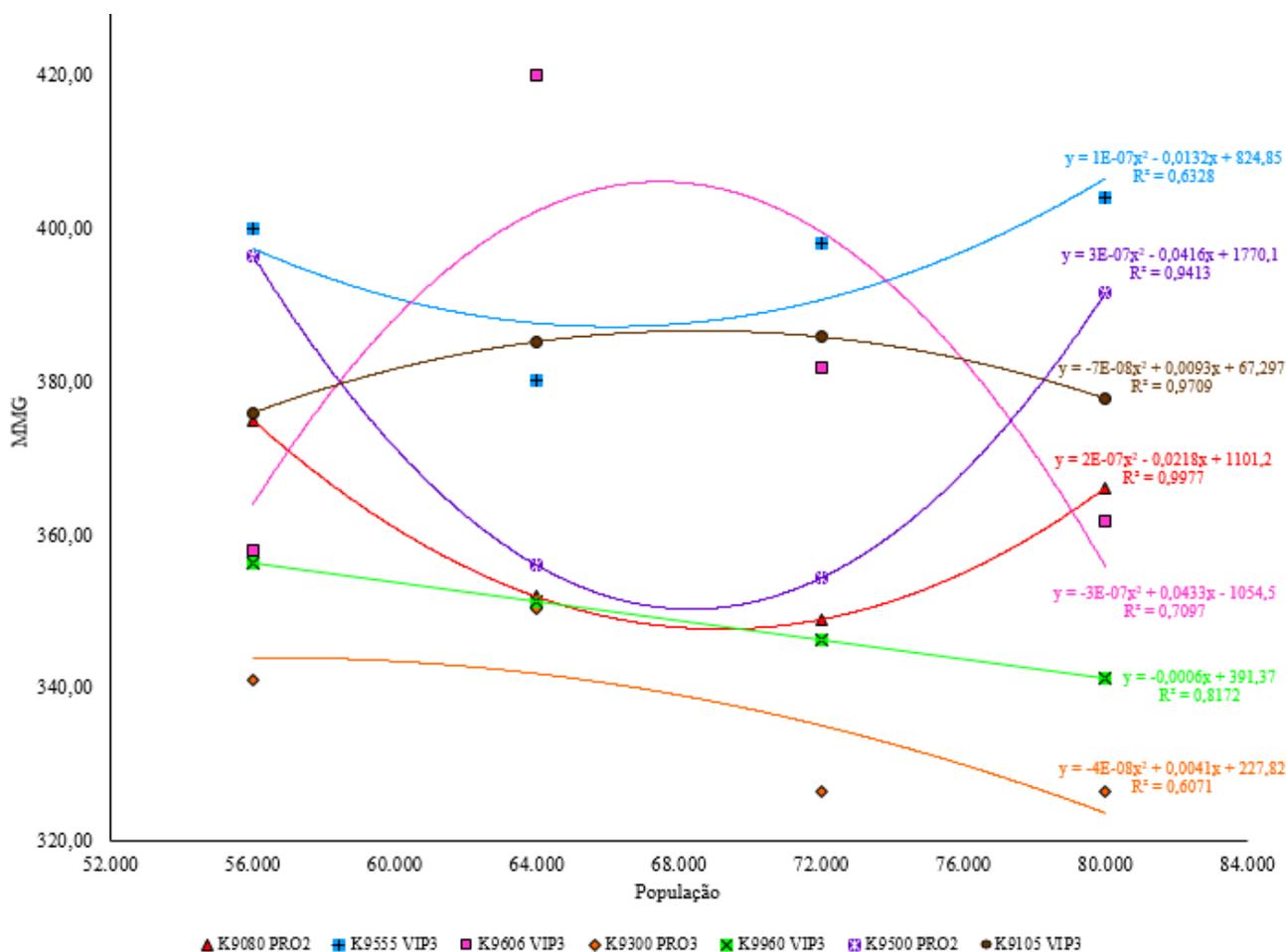
Médias seguidas da mesma letra minúscula nas colunas e maiúsculas nas linhas, não diferem entre si pelo teste de agrupamento Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade de erro.

Fonte: Do autor (2020)

Na população de 64.000 plantas, o híbrido K9606 VIP3 se mostrou superior aos demais. No caso da população de 72.000 plantas, os materiais genéticos que obtiveram os maiores valores foram K9555 VIP3, K9105 VIP3 e K9606 VIP3. Para a densidade populacional de 80.000, apenas os híbridos K9300 PRO3 e K9960 VIP3 demonstraram-se com menos massa, fato ocorrido para todos os outros níveis.

Houve ajuste significativo na análise de regressão para os híbridos K9500 PRO2 e K9606 VIP3, já para os demais não houve diferença significativa ($p > 0,05$) que explicasse o comportamento da MMG em função de populações, o resumo da análise de variância com os quadrados médios para ajuste quadrático está apresentado no Apêndice A.

Figura 1 - Massa de mil grãos (g) dos híbridos em função de populações, na safra verão 2019/2020 em Três Corações, Minas Gerais.



Fonte: Do autor (2020)

A equação com melhor ajuste para o K9606 VIP3 ($r^2=0,7097$; $p=0,001$) foi $y = -0,0000003x^2 + 0,043298x - 1.054,524333$ (FIGURA 1). Esse comportamento indica que as maiores MMG para esse híbrido estejam entre as populações de 64.000 e 72.000 plantas. Para o híbrido K9500 PRO2 ($r^2=0,9413$; $p=0,001$) a equação que melhor ajustou o comportamento foi $y = 0,0000003x^2 - 0,041553x + 1.770,076000$, o que aponta maiores MMG na menor e maior populações estudadas.

Na análise dos híbridos K9555 VIP3, K9105 VIP3 e K9606 VIP3 dentro das quatro densidades apuradas, esses obtiveram as maiores massas em três delas, o que leva ao pressuposto de serem os híbridos mais estáveis para a característica massa de mil grãos.

De acordo com Fancelli e Dourado Neto (2000) a MMG é um componente produtivo que pode ser afetado por algum estresse que a planta possa sofrer após o florescimento. Portanto, irregularidades no período do enchimento de grãos são capazes de influenciar essa variável.

Para a variável produtividade, houve interação entre população e híbrido, (TABELA 1). Analisando-se de forma isolada, os cinco híbridos mais produtivos foram: K9300 PRO3, K9105 VIP3, K9960 VIP3, K9555 VIP3 e K9606 VIP3, com os seguintes valores: 13.064, 12.748, 12.528, 12.204 e 11.669 kg ha⁻¹ (TABELA 2). Os híbridos K9300 PRO3 e K9960 VIP3, mesmo apresentando menores massas de mil grãos ficaram entre os mais produtivos.

Considerando-se as estimativas da Conab (2020) para produtividade de milho no Brasil, em condições da primeira safra 2019/2020, a maior parte dos híbridos produziu pelo menos o dobro da média nacional, que ficou em torno de 6.000 kg ha⁻¹. Todavia, é importante considerar o desempenho produtivo em cada nível populacional.

No presente trabalho, de forma geral não se observou aumento da produtividade com aumento de população, exceto para o híbrido K9500 PRO2, que reduziu a produtividade com o aumento da população (TABELA 4, FIGURA 2), ao contrário do observado por outros autores (DEMÉTRIO et al., 2008; CALONEGO et al., 2011). Segundo Marchão et al. (2005), em dois locais experimentais, a maioria dos híbridos avaliados atingiram maiores produtividades com populações acima de 70 mil plantas por hectare. Esses resultados indicam que em ambientes favoráveis, com o uso de manejos mais tecnificados, caso esteja-se utilizando populações de plantas abaixo de 70 mil, tanto o ambiente quanto os genótipos de milho podem estar sendo subutilizados.

Avaliando-se o desdobramento de híbridos dentro dos níveis de população, para 80.000 plantas ha⁻¹, os híbridos mais produtivos foram: K9300 PRO3, K9105 VIP3, K9555 VIP3 e K9960

VIP3, todos com produtividades acima de 12.781 kg ha⁻¹, destaca-se que somente nessa população o material K9606 VIP3 foi menos produtivo que os demais citados (TABELA 4). De acordo com Pereira, (1991), a produtividade tende a aumentar com a elevação da densidade até que seja atingido um determinado número de plantas por área, essa quantidade de plantas é a considerada ótima.

Sabe-se que a época de semeadura, disponibilidade hídrica e fertilidade são fatores que interferem na densidade ótima de uma cultivar, entretanto nas circunstâncias locais da condução experimental, indica-se que essa densidade para o K9606 VIP3 possivelmente esteja abaixo da população de 80.000 plantas.

Tabela 4 - Produtividade (kg ha⁻¹) dos híbridos em função de populações, na safra verão 2019/2020 em Três Corações, Minas Gerais.

Híbrido	População			
	56.000	64.000	72.000	80.000
K9300 PRO3	12.087,23aA	12.745,89aA	13.219,08aA	14.204,27aA
K9105 VIP3	12.216,57aA	11.881,38aA	13.542,96aA	13.352,19aA
K9960 VIP3	12.918,19aA	12.288,82aA	12.124,22aA	12.781,94aA
K9555 VIP3	12.126,29aA	11.988,11aA	11.626,66aA	13.073,70aA
K9606 VIP3	12.315,88aA	11.103,27aA	12.290,24aA	10.967,03bA
K9080 PRO2	9.734,16bA	10.859,21aA	10.239,50bA	9.119,30bA
K9500 PRO2	12.297,10aA	8.949,31bB	9.192,27bB	9.491,39bB

Médias seguidas da mesma letra minúscula nas colunas e maiúsculas nas linhas, não diferem entre si pelo teste de agrupamento Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade de erro.

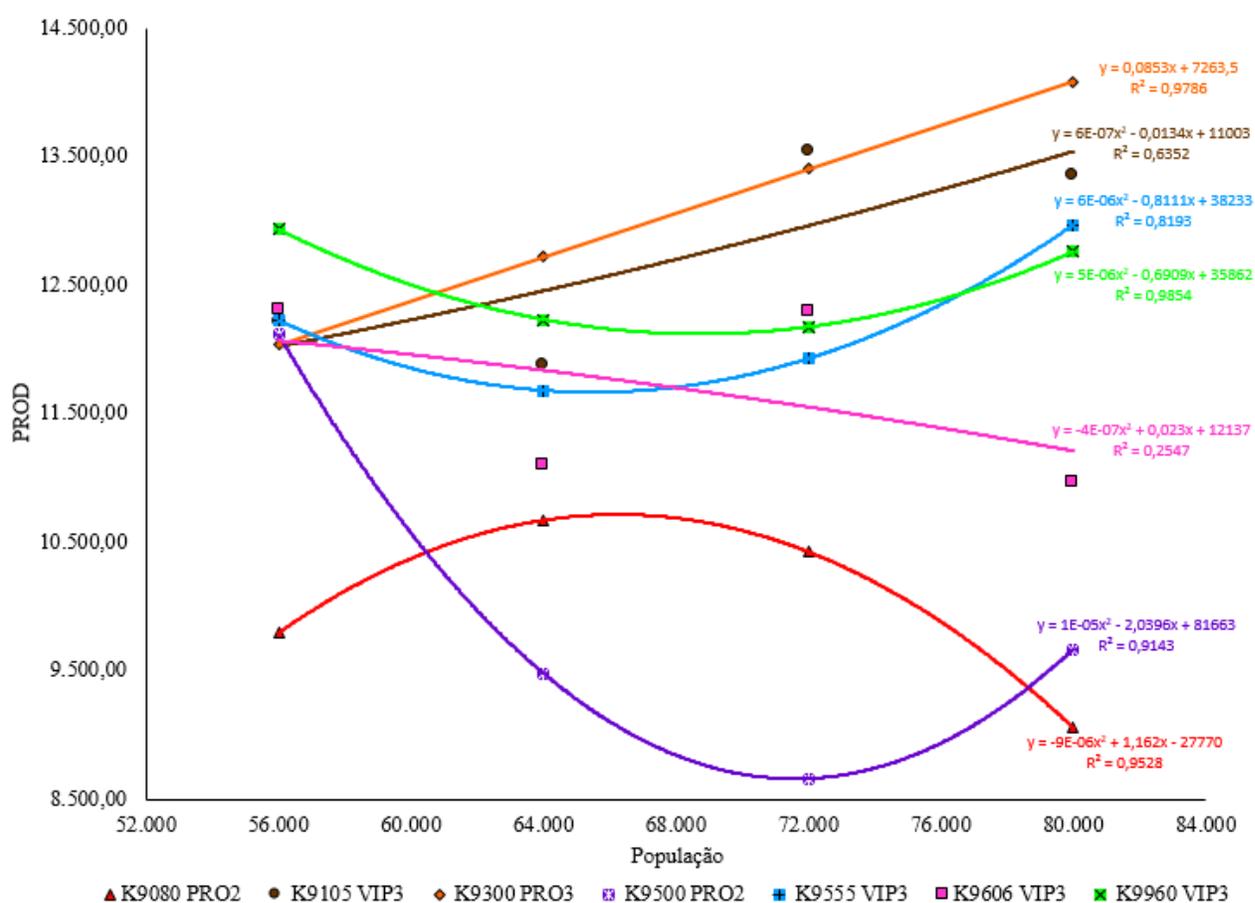
Fonte: Do autor (2020)

Baseando-se na população de 56.000 plantas ha⁻¹, apenas o híbrido K9080 PRO2 alcançou menor produtividade que os demais, já na população de 64.000 plantas ha⁻¹ foi o material K9500 PRO2 que obteve o menor valor produtivo (TABELA 4). No nível populacional de 72.000 plantas ha⁻¹ esses dois híbridos também foram menos produtivos, no entanto, eles juntamente ao K9606 VIP3 tiveram os menores estandes finais. Consequentemente, todos os outros híbridos foram superiores em produção considerando esses três níveis populacionais paralelamente.

Houve ajuste significativo na análise de regressão para o híbrido K9500 PRO2, já para os demais materiais não houve diferença significativa ($p > 0,05$) que explicasse o comportamento da

PROD em função de populações. A equação com melhor ajuste para o K9500 PRO2 ($r^2=0,9143$; $p=0,009$) foi $y=0,000014x^2 - 2,039603x + 81.663,39$ (FIGURA 2). Ele se mostrou mais produtivo na menor das populações (56.000 plantas), o que apontou menos tolerância à competição intraespecífica. De acordo com Batista et al., (2018), na interação entre os híbridos de milho e densidades de semeadura, o material 2B587 em menores densidades foi mais produtivo, o que demonstra maior capacidade de compensação quando comparado ao híbrido AG9030.

Figura 2 - Produtividade (kg ha⁻¹) dos híbridos em função de populações, na safra verão 2019/2020 em Três Corações, Minas Gerais.



Fonte: Do autor (2020)

A queda na produtividade pode ocorrer devido ao aumento da densidade populacional, isto acontece devido ao incremento na competição intraespecífica, pelas plantas estarem mais próximas, assim como a dominância apical promovida pelo pendão, priorizando o transporte de

fotoassimilados para este em relação às espigas, (ARGENTA; SILVA; SANGOI, 2001; SANGOI et al.,2002).

Por outro lado, Shioga, Oliveira e Gerage (2004) obtiveram acréscimos expressivos nas produtividades de grãos da cultura do milho, quando semeada nas maiores densidades trabalhadas. Esses autores destacaram a baixa compensação da planta de milho, ressaltando que a plasticidade das plantas não foi capaz de trazer respostas em incrementos produtivos.

Dourado Neto et al. (2003), mostraram que o fator população é um dos principais componentes técnicos que interferem na produtividade do milho, já que a produção de grãos por unidade de área elevou-se em função do aumento da população ter ocorrido numa proporção superior à queda de produção por unidade de planta. Em outras palavras, a baixa densidade de plantas reduz a interceptação da radiação solar por área, favorecendo a produção de grãos por planta, mas reduzindo a produtividade por área, já que acontecem em proporções diferentes (SANGOI, 2001).

Ressalta-se, portanto, que a adequação de híbrido ao estande é relevante para a obtenção de maiores produtividades. Sabendo-se do custo elevado do insumo sementes, é importante que os agricultores conheçam o rendimento produtivo dos diferentes híbridos em função da população. Sendo assim, existe a possibilidade de fazer uma escolha mais adequada de acordo com o nível tecnológico a ser empregado.

5 CONCLUSÃO

As densidades de semeadura utilizadas não interferiram na altura de plantas e de inserção de espiga dos sete híbridos.

Para o híbrido K9500 PRO2 recomenda-se a população de 56.000 plantas ha⁻¹.

Os híbridos K9300 PRO3, K9105 VIP3, K9960 VIP3 e K9555 VIP3 foram os mais produtivos nas quatro populações com produtividades acima de 11.626 kg ha⁻¹, portanto recomenda-se a semeadura na menor população, por redução de custos com sementes.

REFERÊNCIAS

ABIMILHO. **O cereal que enriquece a alimentação humana**. 2006.

MERKEL, Alexander. **CLIMATE-DATA.ORG**. 2020.

APROSOJA. **A história do Milho**.

BALBINOT, A.A.; FLECK, N.G. Benefícios e limitações da redução do espaçamento entrelinhas. **Revista Plantio Direto**, v.5, p.37-41, 2005.

BARBOSA, T. G. **Cultivares de milho a diferentes populações de plantas e épocas de semeadura em Vitória da Conquista, BA**. 2011. 61f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, 2011.

BATISTA, Vanderson Vieira; GIARETTA, Roniel; LINK, Lucas; GIACOMEL, Cleverson Luiz; ADAMI, Paulo Fernando. Densidades de plantas e níveis de nitrogênio no desempenho de híbridos de milho em safrinha. **Nativa**, Sinop, v. 7, n. 2, p. 117-125, abr. 2019.

BOLAÑOS, J.; EDMEADES, G. The importance of the anthesis-silking interval in breeding for drought tolerance in tropical maize. **Field Crops Research**, Amsterdam, v.31, p.233-252, 1996.

BOREM, A.; MIRANDA, G. V. **Melhoramento de plantas**. 6. ed. Viçosa, MG: UFV, 2013. 523 p.

CALONEGO, J. C.; POLETO, L. C.; DOMINGUES, F. N.; TIRITAN; C. S.. Produtividade e crescimento de milho em diferentes arranjos de plantas. **Revista Agrarian**, Dourados, v. 4, n. 12, p. 84-90, 2011. Trimestral.

CONAB (COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO). Brasília: Estúdio Nous, v. 6, mar. 2020.

DEMÉTRIO, C. S.; FORNASIERI FILHO, D.; CAZETTA, J. O.; CAZETTA, D. A. Desempenho de híbridos de milho submetidos a diferentes espaçamentos e densidades populacionais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 43, n. 12, p. 1691-1697, dez. 2008.

FANCELLI, A. L.; DOURADO-NETO, D. Produção de Milho. **Ed. Agropecuária, Milho: estratégias de manejo para alta produtividade**. Piracicaba: Esalq/USP/LPV, p. 208, 2000.

FIESP. **Milho e suas riquezas História**.

FORNASIERI FILHO, D. **Manual da cultura do milho**. 1. ed. Jaboticabal: Funep, 2007. 273 p.

GALVÃO, J. C. C.; BOREM, A.; PIMENTEL, M. A. **Milho: do plantio à colheita**. 2. ed. Viçosa: Ufv, 2017. 382 p.

GARDNER, F. P.; PEARCE, R. B.; MITCHELL, R. L. **Physiology of crop plants**. Ames: Iowa State University, 1985. 327 p.

KLUGE, R. A.; TEZOTTO-ULIANA, J. V.; DA SILVA, P. P. M. Aspectos Fisiológicos e Ambientais da Fotossíntese. *Revista Virtual de Química*, Niterói, v. 7, n. 1, p. 56-73, 2015.

LANDAU, E. C.; MAGALHÃES, P. C.; GUIMARÃES, D. P. **Árvore do conhecimento: Milho**.

LAUER, J. Should I be planting corn at a 30-inch row spacing? **Wisconsin Crop Manager**, Madison, v.1, p. 6-8, 1994.

MARCHÃO, R. L.; BRASIL, E. M.; DUARTE, J. B.; GUIMARÃES, C. M.; GOMES, J. A. Densidade de plantas e características agronômicas de híbridos de milho sob espaçamento reduzido entre linhas. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, [s.l.], v. 35, n. 2, p. 93-101, 2005.

MARCHÃO, R. L.; BRASIL, E. M.; XIMENES, P. A. Interceptação da radiação fotossinteticamente ativa e rendimento de grãos do milho adensado. *Revista Brasileira de Milho e Sorgo*, [s.l.], v. 5, n. 2, p. 170-181, 2006.

MEROTTO JÚNIOR, A.; GLIIDOLIN, A. F.; ALMEIDA, M. L. de; HAVERROTH, H. S.. Aumento da População de Plantas e Uso de Herbicidas no Controle de Plantas Daninhas em Milho. *Planta Daninha*, Viçosa, v. 15, n. 2, p.141-151, out. 1997.

NATIONS, FAO- Food And Agriculture Organization Of The United. **Brasil deve se tornar o segundo maior exportador global de milho, diz FAO**. 2019.

PEIXOTO, C. M. (Ed.). **Tecnologias aplicadas em milho**. [S. l.]: Publicação Pioneer Sementes, maio 2007.

PENARIOL, F. G.; FORNASIERI FILHO, D.; COICEV, L.; BORDIN, L.; FARINELLI, R. Comportamento de cultivares de milho semeadas em diferentes espaçamentos entre linhas e densidades populacionais, na safrinha. *Revista Brasileira de Milho e Sorgo*, Sete Lagoas, v. 2, p. 52-60, 2003.

PEREIRA, R. S. B. Caracteres correlacionados com a produção e suas alterações no melhoramento genético de milho (*Zea mays* L.). Piracicaba: ESALQ, 1990. 99 p. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v. 26, n. 5, p. 745-751, maio 1991.

PORTIFÓLIO DE MILHO. Patos de Minas: KWS, 2020. Anual.

SANGOI, L.; ENDER, M.; GUIDOLIN, A. F.; BOGO, A.; KOTHE, D. M.. Incidência e Severidade de Doenças de Quatro Híbridos de Milho Cultivados com Diferentes Densidades de Plantas. *Ciência Rural*, Santa Maria, v. 30, n. 1, p. 17-21, jan. 2000.

SANGOI, L. Understanding plant density effects on maize growth and development: an important issue to maximize grain yield. *Ciência Rural*, Santa Maria, v. 31, p. 159 - 168, 2001.

SANGOI, L.; ALMEIDA, M. L. de; GRACIETTI, M. A.; HORN, D.; SCHWEITZER, C.; SCHMITT, A.; BIANCHET, P.. Rendimento de grãos, produção e distribuição de massa seca de híbridos de milho em função do aumento da densidade de plantas. **Revista Brasileira de Agrociência**, [s.l.], v. 11, n. 1, p. 25-31, mar. 2005.

SANGOI, L.; ALMEIDA, M. L.de; SILVA, P. R. F. da; ARGENTA, G.. Bases morfofisiológicas para maior tolerância dos híbridos modernos de milho a altas densidades de plantas. **Bragantia**, Campinas, v. 61, n. 2, p. 101-110, 2002.

SANGOI, L.; ENDER, M.; GUIDOLIN, A. F.; BOGO, A.; KOTHE, D. M.. Incidência e severidade de doenças de quatro híbridos de milho cultivados com diferentes densidades de plantas. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 30, n. 1, p. 17-21, 2000.

SANGOI, L.; SCHMITT, A.; ZANIN, C. G.. Área foliar e rendimento de grãos de híbridos de milho em diferentes populações de plantas. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, [s.l.], v. 6, n. 3, p. 263-271, 2007.

SANGOI, L.s; SILVA, P. R. F. da. **DENSIDADE E ARRANJO POPULACIONAL EM MILHO**. 2006.

SANGOI, L.; ZANIN, C.G.; SILVA, P. R. F. da; SALDANHA, A.; VIEIRA, J.; PLETSCH, A. J.. Uniformidade no desenvolvimento e resposta de cultivares de milho ao incremento na população de plantas. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, [s.l.], v. 1, n. 8, p. 69-81, 2009

SANTOS, R. dos; PAZINI, C. J.; OLIVEIRA, R. C. de. Produtividade de milho sob diferentes densidades populacionais. **Revista em Agronegócios e Meio Ambiente**, [s.l.], v. 4, n. 3, p. 409-420, 28 abr. 2011.

SHIOGA, P. S.; OLIVEIRA, E.L. de; GERAGE, A. C.. Densidade de plantas e adubação nitrogenada em milho cultivado na safrinha. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v. 3, n. 3, p. 381-390, 2004.

SILVA, A. F. da; SCHONINGER, E. L.; CAIONE, G.; KUFFEL, C.; CARVALHO, M.A. C. de. Produtividade de híbridos de milho em função do espaçamento e da população de plantas em sistema de plantio convencional. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, [s.l.], v. 13, n. 2, p. 162-173, 2014.

SILVA, P.R.F.; ARGENTA, G.; SANGOI, L. Fatores determinantes da escolha da densidade de plantas em milho. In: 4ª Reunião Técnica Catarinense de Milho e Feijão. Lages. **Anais... 4ª Reunião Técnica Catarinense de Milho e Feijão**, v.1, p.25-29, 2003.

Sisvar: a computer statistic alanalysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, 2011.

APÊNDICE

Apêndice A - Resumo da análise de variância com os quadrados médios para ajuste quadrático referente a massa de mil grãos (MMG) e produtividade (PROD) de sete híbridos de milho sob três populações.

Híbrido	Quadrado Médio	
	MMG (g)	PROD (kg ha ⁻¹)
K9300 PRO3	65,473408 ^{ns}	79.964,748033 ^{ns}
K9105 VIP3	226,809075 ^{ns}	15.641,408133 ^{ns}
K9960 VIP3	67,355408 ^{ns}	1.242.456,936533 ^{ns}
K9555 VIP3	493,185408 ^{ns}	1.884.691,836300 ^{ns}
K9606 VIP3	5.060,234700*	9.174,823008 ^{ns}
K9080 PRO2	1.219,075208 ^{ns}	3.780.838,219408 ^{ns}
K9500 PRO2	4.543,520833*	9.975.019,114800*

^{ns}não significativo (p>0,05) e *significativo (p<0,05) pelo teste F.

Fonte: Do autor (2020)