



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
DEPARTAMENTO DE FITOTECNIA E CIÊNCIAS AMBIENTAIS
CAMPUS II – AREIA-PB**

**DESEMPENHO AGRONÔMICO DE HÍBRIDOS DE MILHO EM RESPOSTA A
DIFERENTES DENSIDADES POPULACIONAIS**

JOSÉ FIDELIS DOS SANTOS NETO

**AREIA-PB
2019**

JOSÉ FIDELIS DOS SANTOS NETO

**DESEMPENHO AGRONÔMICO DE HÍBRIDOS DE MILHO EM RESPOSTA A
DIFERENTES DENSIDADES POPULACIONAIS**

Trabalho de graduação apresentado à
Coordenação do Curso de Agronomia, do
Centro de Ciências Agrárias, da Universidade
Federal da Paraíba, em cumprimento às
exigências para obtenção do título de
Engenheiro Agrônomo.

Orientador (a): Prof. Dr. Fábio Mielezrski

**AREIA - PB
2019**

Catálogo na publicação
Seção de Catalogação e Classificação

N469d Neto, Jose Fidelis Dos Santos.

Desempenho agrônomo de híbridos de milho em resposta
a diferentes densidades populacionais / Jose Fidelis
Dos Santos Neto. - Areia, 2019.

35 f.

Orientação: Fabio Mielezrski.

Monografia (Graduação) - UFPB/CCA.

1. Zea Mays. 2. Densidade. 3. Resposta produtiva. I.
Mielezrski, Fabio. II. Título.

UFPB/CCA-AREIA

JOSÉ FIDELIS DOS SANTOS NETO

**DESEMPENHO AGRONÔMICO DE HÍBRIDOS DE MILHO EM RESPOSTA A
DIFERENTES DENSIDADES POPULACIONAIS**

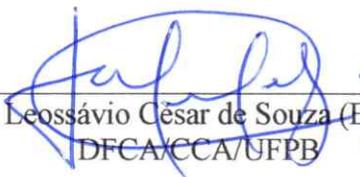
Trabalho de graduação apresentado à
Coordenação do Curso de Agronomia, do
Centro de Ciências Agrárias, da
Universidade Federal da Paraíba, em
cumprimento às exigências para obtenção
do título de Engenheiro Agrônomo.

Aprovado em: 29 / 10 / 2019.

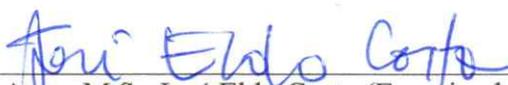
BANCA EXAMINADORA



Prof. Dr. Fábio Mielezski (Orientador)
DFCA/CCA/UFPB



Prof. Dr. Leossávio César de Souza (Examinador)
DFCA/CCA/UFPB



Eng. Agro. M.Sc José Eldo Costa (Examinador)

Dedicatória

Dedico este manuscrito que representa uma longa jornada, a toda minha família pela motivação, companheirismo e amizade, DEDICO.

AGRADECIMENTOS

Gratifico, este trabalho primeiramente a Deus, que sempre me concede forças e me acalma nos momentos de angústia.

Aos meus pais Antônio Fidelis dos Santos e Josefa dos Santos Fidelis que nunca me deixaram desistir e não mediram esforços para que pudesse realizar meus sonhos. As minhas irmãs Maria José, Jaqueline Fidelis e Cristina Fidelis que sempre estiveram ao meu lado em todos os momentos que precisei. E a meu irmão Cristiano (Guigo) que sempre me apoiou e ficou ao lado de meus pais durante minha ausência. Aos meus Tios e Tias que também sempre me apoiaram tanto aconselhando, quanto me ajudando financeiramente, em especial meu Tio Cícero (Lula). A minha avó Maria, que foi uma verdadeira mãe em todos os momentos de minha vida. Ao meu sobrinho Pedro Ricardo que sempre quando estou ao seu lado volto a ser criança e por alguns momentos me faz esquecer as preocupações da vida adulta. E, aos demais familiares minha sincera gratidão e obrigado por tudo!

A Universidade Federal da Paraíba que me acolheu desde o ano de 2012, quando ingressei no curso técnico e onde na oportunidade sair com o título de Técnico em Agropecuária, onde durante todo esse período aprendi inúmeras coisas e conquistei amizades verdadeiras, que levarei por toda a minha vida, sendo esta instituição a principal responsável pela minha formação e evolução profissional.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Fábio Mielezrski, que sempre me atendeu e esteve disponível para tirar minhas dúvidas e me orientar para os melhores caminhos e, que além de professor, considero um amigo. Meu sincero obrigado!

Aos meus professores Leonardo Dantas, Álvaro Carlos, Elton Oliveira e Thiago Jardelino (UFPB/CCHSA), os quais são exemplos de profissionais e pessoas de caráter e companheirismo. Ao professor Gutemberg Silvino meu primeiro orientador no CCA, e, que me proporcionou uma oportunidade de ingressar em um programa de iniciação científica (PIVIC). E a todos os professores do curso de Agronomia deste centro, que diretamente contribuíram com minha formação. Minha eterna gratidão!

A todos os funcionários do CCA, que não medem esforços para proporcionar uma estada mais agradável possível para os alunos do centro, em especial a Assis, que resolve os mais variados problemas. Meu muito obrigado!

Á minha turma do curso Técnico em Agropecuária (Pós Médio Supremo), onde conheci pessoas fantásticas que fazem parte da minha caminhada. Minha gratidão sempre.

Aos membros da banca examinadora deste trabalho, Leossávio e Eldo. Pelas contribuições e correções que tornaram este manuscrito ainda melhor. Muito obrigado.

Aos antigos e atuais membros (graduação e pós-graduação) do Grupo de Estudos em Grandes Culturas (UFPB), onde aprofundi e compartilhei conhecimentos sobre a

agricultura durante o curso. Ao Gesucro, que me proporcionou incrementos nos conhecimentos da cultura da cana-de-açúcar. Meus sinceros agradecimentos!

A minha turma do curso de Agronomia 2014.2, sem exceção, dos mais próximos aos mais distantes, cada um com uma personalidade, mas que fazem parte da minha história. Grato a todos!

Em especial agradeço do fundo do meu coração a Henrique Medeiros, Alan Oliveira, Misael Mendes, Edson Souza e Alfredo Nunes. Essas pessoas entraram na minha como simples “colegas” de turma e se tornaram meus amigos, os quais confio plenamente e sei que posso contar com qualquer um deles para o que precisar. Agradeço sem restrições, pois acredito em amizades verdadeiras. Ao lado deles passei os melhores e piores momentos da vida acadêmica e saio com a certeza de que nossa amizade é eterna, seja qual for nosso futuro jamais esquecerei e serei eternamente grato a Deus por ter colocado eles em minha vida.

“Seja você quem for, seja qual for a posição social que você tenha na vida, a mais alta ou a mais baixa, tenha sempre como meta muita força, muita determinação e sempre faça tudo com muito amor e com muita fé em Deus, que um dia você chega lá. De alguma maneira você chega lá”.

Ayrton Senna

NETO, J. F. S. **Desempenho agrônômico de híbridos de milho em resposta a diferentes densidades populacionais**. Areia: CCA/UFPB, 2019. (Trabalho de Conclusão de Curso) 34p. Orientador: Prof. Dr. Fábio Mielezski.

RESUMO

O milho é o cereal mais cultivado do mundo, apresenta elevado potencial produtivo quando submetido a técnicas de manejo eficientes. O objetivo deste trabalho foi avaliar o desempenho agrônômico e produtividade de híbridos de milho em resposta a densidades populacionais. O experimento foi instalado e conduzido entre abril e julho de 2018, em área experimental do Centro de Ciências Agrárias, da Universidade Federal da Paraíba (CCA/UFPB), em Areia-PB, localizada na microrregião do Brejo Paraibano. Foi utilizado o delineamento em blocos casualizados (DBC), com quatro repetições e seis tratamentos distribuídos em esquema fatorial 2 x 3, resultante da associação de dois híbridos de milho (H1 e H2) e três densidades populacionais (40.000, 60.000 e 80.000 plantas ha⁻¹). Foram avaliadas as características morfológicas e de produtividade. Os dados obtidos foram submetidos à ANOVA e as médias comparadas pelo teste Tukey a 5% de probabilidade para confrontação dos híbridos e análise de regressão para verificar os efeitos das populações de plantas. A produtividade foi de 4.975 kg ha⁻¹ na população de 40.000 plantas ha⁻¹ e 11.060 kg ha⁻¹ na população de 80.000 plantas ha⁻¹. Todas as populações de plantas estudadas proporcionaram aumentos significativos na produtividade final de grãos, para os híbridos estudados.

Palavras-Chave: *Zea Mays*, densidade, resposta produtiva

NETO, J. F. S. **Agronomic performance of corn hybrids in response to different population densities**. Areia: CCA/UFPB, 2019. (Work Completion of course) 34 p. Advisor: Prof. Dr. Fábio Mielezski.

ABSTRACT

Corn is the most cultivated cereal in the world, has high productive potential when submitted to efficient management techniques. The objective of this work was to evaluate the agronomic performance and productivity of corn hybrids in response to population densities. The experiment was installed and conducted between April and July 2018, in an experimental area of the Center for Agrarian Sciences, of the Federal University of Paraíba (CCA/UFPB), in Areia-PB, located in the brejo paraibano microregion. Randomized block design (DBC) was used, with four replicates and six treatments distributed in factorial scheme 2 x 3, resulting from the association of two corn hybrids (H1 and H2) and three population densities (40,000, 60,000 and 80,000 plants ha⁻¹). Morphological and productivity characteristics were evaluated. The data obtained were submitted to ANOVA and the means compared by the Tukey test at 5% probability for hybrid confrontation and regression analysis to verify the effects of plant populations. Productivity was 4,975 kg ha⁻¹ in the population of 40,000 plants ha⁻¹ and 11,060 kg ha⁻¹ in the population of 80,000 plants ha⁻¹. All plant populations studied provided significant increases in final grain yield for the hybrids studied.

Keyword: *Zea Mays*, density, productive response

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Valores de precipitação pluvial (mm) médias mensais, umidade relativa (%) médias mensais, acumulados durante o período de condução do experimento (INMET, 2019).....	21
Figura 2. Caracterização climática da cultura do milho durante a execução do experimento (INMET, 2019).....	21
Figura 3. Produtividade do milho em função da população de plantas.....	24

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Análises química, física e de fertilidade da amostra de solo (camada de 0-20 cm) da área experimental.....	20
Tabela 2. Resumo da análise de variância da altura de planta (AP), diâmetro do colmo (DC), largura da folha (LF), comprimento da folha (CF), número de folhas (NF), comprimento da espiga (CE), diâmetro da espiga (DE), número de fileiras (NL), número de grãos por fileira (NGRF) e produtividade (PD) de dois híbridos de milho avaliados em três populações, ao longo de três épocas de avaliação (exceto produção). Areia, Paraíba, Brasil, 2019.....	23
Tabela 3. Diâmetro da espiga, número de grãos por fileira e comprimento da espiga dos dois híbridos de milho.	24

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	12
2	REVISÃO DE LITERATURA	14
2.1	Milho.....	14
2.2	Fenologia e morfologia do milho.....	15
2.3	Híbridos de milho	16
2.4	População de plantas.....	17
2.5	Híbridos x população de plantas	18
3	MATERIAL E MÉTODOS.....	20
4	RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	22
5	CONCLUSÕES	26
6	REFERÊNCIAS	26

INTRODUÇÃO

O milho (*Zea mays* L) se destaca no cenário do agronegócio como uma das mais importantes commodities agrícolas do mundo, sendo utilizado no setor alimentício, na nutrição animal e mais recentemente na produção de biocombustíveis.

Para se obter incrementos na produção de grãos de milho deve-se aumentar a eficiência fotossintética das plantas, e isso pode acontecer com uma melhoria da interceptação da radiação fotossinteticamente ativa, que é aumentada através de uma melhor distribuição de plantas por unidade de área, tornando mais eficiente a conversão da radiação interceptada em matéria seca (SANTOS et al., 2016).

A densidade de plantas na lavoura afeta diretamente o desempenho agrônomico do milho, onde a utilização de baixas densidades de plantas promove um menor aproveitamento da radiação solar incidente, diminuindo a produtividade da cultura. Em contrapartida, densidades elevadas podem restringir a atividade fotossintética das plantas e a eficiência de partição dos fotoassimilados à produção de grãos. Portanto o sucesso do adensamento como alternativa de manejo para aumentar a produtividade do milho é afetado por diversas variáveis (SANGOI et al., 2019).

É constante a demanda por novas tecnologias que proporcionem incrementos significativos na produtividade de milho, como híbridos de melhor desempenho, manejo de adubação e alteração no espaçamento e densidade de semeadura (MENDES et al., 2013). Entre as formas de manejo do arranjo de plantas, a densidade é a que mais influência sobre a produtividade desta Poaceae, pois pequenas alterações na população podem afetar significativamente a produtividade final, efetivamente no peso final de grãos (PIANA et al., 2008).

Melhorias tecnológicas no cultivo de milho, como alterações em espaçamentos e densidade de semeadura, aliados a construção da fertilidade do solo por meio das práticas de adubação, proporcionam significativos acréscimos na produtividade final de grãos buscando se um melhor aproveitamento da área física disponibilizada, deste modo, diminui-se os espaços entre as plantas ou entre as linhas de plantio afim de se aumentar a quantidade de plantas por área (VELOSO et al. 2016).

O aumento na produção de milho a cada safra é devido, entre outros fatores, à adoção de genótipos cada vez mais adaptados as diferentes condições de clima e manejo, obtidos a partir do melhoramento genético, juntamente com a utilização de alta tecnologia no campo (ARAÚJO et al., 2015; COUTO et al., 2017).

Atualmente os híbridos de milho mais produtivos apresentam uma arquitetura foliar, que permite que a luminosidade atinja as folhas inferiores, aumentando a interceptação da radiação solar, conseqüentemente, elevadas taxas fotossintéticas, apresentando menor queda de produtividade (ROMANO, 2005).

Os híbridos atuais de milho raramente perfilham, produzem somente uma espiga por planta e não têm a capacidade de compensar possíveis falhas de emergência (SANTOS et al., 2017). Segundo Argenta et al. (2001), os novos híbridos respondem melhor à distribuição mais regular de plantas, aumentando seu potencial produtivo de grãos.

O objetivo desse trabalho foi avaliar o desempenho agrônômico e a produtividade de dois híbridos de milho em função da população de plantas.

1 REVISÃO DE LITERATURA

1.1 Milho

O milho (*Zea mays* L), pertencente à família Poaceae, originário do continente Americano, especificamente da região onde hoje situa-se o México, foi domesticado no período entre 7.000 e 10.000 anos atrás (OLIVEIRA et al., 2019). Esta cultura é destaque mundial do agronegócio, sendo um dos cereais mais produzidos e comercializados, muito devido a sua versatilidade de utilização, aliado a um grande valor nutritivo e seu elevado potencial produtivo. É utilizado na alimentação animal, na alimentação humana, bem como, na indústria de alta tecnologia, a exemplo da produção de etanol, tornando-se matéria prima de variados complexos agroindustriais (DUARTE et al., 2019).

No Brasil é o cereal de maior importância para a economia, onde na safra 2017/2018 foram produzidos mais de 80 milhões de toneladas de grãos em 17 milhões de hectares, com produtividade média de 4.857 kg. ha⁻¹ de grãos (CONAB, 2019). Conforme dados da CONAB (2018) as regiões Norte e Nordeste do Brasil figuram como as piores produtoras do grão no país, apresentando produtividades muito baixas, quando comparadas as demais regiões produtoras. Na safra 2017/2018 o Nordeste produziu pouco mais de 2.554 kg. ha⁻¹ muito abaixo de outras regiões, a exemplo do Centro-Oeste que produziu cerca de 8.012 kg. ha⁻¹ no mesmo ano agrícola. A Paraíba contribui efetivamente com esses números tão baixos, aparecendo como um dos piores estados produtores de milho da região, produzindo na safra de 2017/2018 apenas 780 Kg/ha.

Problemas de escassez e irregularidade de chuvas, com índices pluviométricos médios anuais iguais ou inferiores a 800 mm (CIRILO, 2008), com predominância de chuvas muito intensas, porém má distribuídas, aliado a fatores como, baixo nível de tecnologia empregado, escolha de genótipos inadequados, dentre outros, refletem diretamente nos baixos níveis de produtividade de milho na região Nordeste. (SANTOS et al., 2012).

Nesse sentido, o Semiárido caracteriza-se como uma região de áreas vulneráveis às limitações ambientais e com perdas parciais ou totais no setor agrícola, que é praticamente de subsistência, sendo o milho e o feijão as principais culturas (BRITO et al., 2012; RODRIGUES et al., 2019).

O milho pode ser cultivado em regiões cuja precipitação varia de 300 a 5.000 mm anuais, porém a quantidade de água consumida por uma lavoura de milho durante o seu ciclo está em torno de 600 mm (SILVA et al., 2019).

O potencial de produtividade de grãos de milho é determinado pela densidade de plantio, população final de plantas, número de espigas por planta, comprimento de espigas, número de fileiras de grãos por espiga, número de grãos por fileira, massa média do grão e pelo genótipo utilizado (VIANA et al., 2016).

1.2 Fenologia e morfologia do milho

A fenologia é o estudo da cronologia de eventos periódicos, como crescimento vegetativo, floração e reprodução, da vida da planta quanto a sua duração, de acordo com a reação das condições ambientais, para permitir o estabelecimento de correlações entre os eventos fisiológicos com características morfológicas apresentadas pela planta (BERGAMASCHI et al., 2019).

O milho é uma gramínea de ciclo anual, crescimento cespitoso e porte alto. Apresenta colmo ereto, de consistência herbácea, apresenta nós e entrenós. O perfilhamento em variedades e híbridos comerciais é baixo ou raro pois agronomicamente é uma característica indesejável (CRUZ et al., 2019).

Pertencente ao grupo de plantas de metabolismo C4, o milho possui alta adaptação a diferentes ambientes, onde as fases de crescimento vegetativo e reprodutivo da planta podem ser alteradas através da interação com os fatores ambientais, influenciando o controle morfológico no seu desenvolvimento (OLIGINI et al., 2019).

Os estádios de desenvolvimento vegetativos do milho são subdivididos e nomeados numericamente partindo de VE (emergência), V1, V2, V3... Vn, em que n representa o último estágio vegetativo, o qual antecede o pendoamento (VT). Cada estágio vegetativo é caracterizado de acordo com a última folha completamente aberta ou fora do cartucho, ou seja, é possível visualizar o colar (estrutura encontrada na base da folha). Por outro lado, as fases reprodutivas iniciam-se no pendoamento (VT) seguindo até R6 (estádio onde os grãos apresentam a camada preta na inserção entre o grão e o sabugo). A camada nada mais é do que um conjunto de células mortas que impedem a entrada de nutrientes para dentro dos grãos e marca a fase de perda de água (FANCELLI, 2000).

Normalmente as plantas de milho apresentam um mesmo padrão de desenvolvimento, no entanto, o espaço de tempo específico que distingue os estádios e o número total de folhas desenvolvidas são variáveis entre híbridos diferentes, ano agrícola, data de plantio e local, dentre outros fatores (MAGALHÃES et al., 2006).

O conhecimento das mudanças fenológicas de crescimento vegetativo e reprodutivo que ocorrem na planta de milho em épocas contrastantes é de suma importância para o produtor, uma vez que, partindo deste conhecimento o mesmo será capaz de adotar de práticas de manejo eficientes, visando a maximização do rendimento de grãos em cada época (FORSTHOFER et al., 2004).

1.3 Híbridos de milho

Uma das maneiras de potencializar a produtividade de grãos de milho é a seleção exata do híbrido, preferencialmente aqueles materiais que apresentam elevada adaptabilidade as condições edafoclimáticas locais (PERIN et al. 2009; HANASHIRO et al., 2015; SILVA et al., 2014; SILVA et al., 2015). Por este motivo, a escolha do híbrido ideal, se torna a mais importante decisão de manejo a ser realizada pelo produtor (DA SILVA ARAÚJO, 2017).

Diante disto, a escolha errônea tem se tornado um fator limitante para a manifestação do máximo potencial produtivo dos híbridos de milho. Além do mais, é necessário levar em consideração a interferência dos fatores ambientais, sistema de produção e práticas de manejo, que em conjunto com o híbrido, determinam o elevado desempenho agrônômico da cultura (FORSTHOFER et al., 2006).

A escolha de híbridos apropriados às condições edafoclimáticas de determinada região produtora aliado a outros fatores, auxilia na otimização de manejo e na obtenção de maiores produtividades de grãos e, conseqüentemente, maior retorno financeiro (PINTO et al., 2010; SILVA et al., 2015). No Brasil, a produção de grãos de milho acontece preferencialmente com sementes híbridas (FREITAS et al., 2009).

De acordo com Sangoi et al. (2002), o lançamento de híbridos de milho tolerantes ao aumento da densidade de plantas contribuiu para o incremento do potencial produtivo da cultura desde o século vinte. De acordo com Cruz et al. (2015) a semente é o principal insumo de uma lavoura e sua escolha deve merecer toda atenção do agricultor que deseja ser bem-sucedido em seu empreendimento.

Aspectos relacionados às características do híbrido, tais como, potencial produtivo, estabilidade, resistência a doenças e adequação ao sistema de produção em uso e às condições edafoclimáticas deverão ser levados em consideração para que a lavoura se torne mais competitiva, possibilitando ao agricultor as melhores opções a tomada de decisão mais assertiva às suas condições (RODRIGUES et al., 2016).

O desempenho produtivo de grãos de híbridos de milho submetidos a diferentes densidades populacionais de plantas nem sempre coincide, sobretudo quando as condições climáticas são inconstantes (SANGOI et al., 2004), ou seja, os resultados podem ser questionáveis, pois a produtividade é diretamente influenciada pela variação das condições ambientais e dos genótipos (BOIAGO, et al., 2017).

1.4 População de plantas

Devido a necessidade de cada vez produzir mais e reduzir problemas, surgem novas tecnologias para a produção de milho, as quais oferecem, aumento de produtividade, facilidade no manuseio, maior eficiência agrônômica, aumento da eficiência do uso dos nutrientes, controle de pragas e doenças. Dentre estas tem-se também o arranjo populacional que é capaz de incrementar produtividade as culturas, a população de plantas de milho que irá constituir uma determinada lavoura tem a capacidade de influenciar de forma significativa a sua produção, afetando sobretudo o número e as dimensões das espigas produzidas (CAMPOS, 2016).

A densidade de plantas é uma característica importante na determinação do potencial produtivo no milho. A depender do híbrido, da densidade populacional e do ambiente produtivo a planta pode aumentar a eficiência do uso dos recursos naturais disponíveis para expressão do máximo potencial produtivo (RODRIGUES et al., 2016).

Entretanto, é possível que aconteça uma maior competição entre plantas por luz, água, CO² e nutrientes, prejudicando assim o rendimento final, sendo a disponibilidade dos dois primeiros fatores o que favorece maior limitação para o uso de grandes populações de milho. Diante disto, o arranjo que proporcionar distribuição uniforme de plantas por área, permitir melhor utilização de luz, água e nutrientes favorecendo o ótimo desenvolvimento da cultura é o que deve ser utilizado, uma vez que a população de plantas é a que mais influência na produtividade de grãos de milho. (ALMEIDA JÚNIOR et al., 2017).

Diversas pesquisas têm demonstrado que é possível se obter aumentos no rendimento de grãos de milho mediante a manipulação e alteração do arranjo de plantas, através da redução do espaçamento entre linhas e do adensamento de plantas, adensamento este ocasionado por um número maior de plantas por hectare (MODOLO et al., 2010, STACCIARINI et al., 2010 & TAKASU et al., 2014).

1.5 Híbridos x população de plantas

Híbridos precoces requerem maior densidade de plantio quando comparado a híbridos tardios. Nos híbridos precoces é comum o desenvolvimento de plantas de menor altura e menor massa vegetativa. Essas particularidades morfológicas estabelecem um menor sombreamento, favorecendo a melhor interação entre as plantas e a absorção de luz solar, aumentando, desta forma, o rendimento de grãos e os lucros (SCHLICHTING,2012).

Quando houver disponibilidade hídrica e de nutrientes, a população de plantas deverá ser aumentada, atingindo assim o máximo rendimento de grãos. Caso não haja restrições hídricas ou em áreas irrigadas, aconselha-se utilizar a densidade máxima aceita para o híbrido, respeitando sempre a recomendação da empresa de época de plantio e população ideal. (PIANA et al.,2008).

A densidade recomendada para as cultivares atuais varia de 40 mil plantas ha⁻¹ a 80 mil plantas ha⁻¹. Porém, em pesquisas realizadas por Cruz *et al* (2009), foram constadas densidades variando de 40 mil plantas ha⁻¹, 50 mil plantas ha⁻¹ até 75,5 mil plantas ha⁻¹. Populações de plantas ainda maiores como 84 mil plantas ha⁻¹ apresentaram produtividade média acima de 8.000 kg ha⁻¹ (KAPPES, 2010).

Desde modo a população ideal para maximizar o rendimento de grãos de milho varia de 30.000 a 90.000 plantas kg ha⁻¹, dependendo da disponibilidade hídrica, da fertilidade do solo, do ciclo do cultivar, da época de semeadura e do espaçamento entre linhas. Vários pesquisadores consideram o próprio genótipo como principal determinante da densidade de plantas. O aumento da densidade de plantas até determinado limite é uma técnica usada com a finalidade de elevar o rendimento de grãos da cultura do milho. Porém, o número ideal de plantas por hectare é variável, uma vez que a planta de milho altera o rendimento de grãos de acordo com o grau de competição intraespecífica proporcionado pelas diferentes densidades de planta (SILVA, 2012).

O arranjo espacial de plantas afeta a produtividade do milho, densidades de 60.000 e 80.000 plantas ha⁻¹ proporcionam incremento na produtividade de grãos de 12,5 e 13,6%, respectivamente, quando comparadas a uma densidade populacional de 40.000 plantas ha⁻¹. (SILVA et al., 2014).

De acordo com Piana (2000) ocorre aumento significativo na produtividade de milho se houver um adensamento de plantas de 45.000 para 55.000 plantas ha⁻¹. Já Calonego (2011) estudando crescimento e produtividade de milho em diferentes arranjos

de plantas constatou aumento da produtividade de grãos com o aumento da população de plantas de 45 mil para 75 mil plantas ha^{-1} , mesmo evidenciando competição intraespecífica apontados pelo maior crescimento das plantas em altura e pelo menor diâmetro de colmo.

Mais recentemente, Ecco et al., (2019) relatam que maiores densidades de plantas não proporcionaram ganhos nos componentes de produção de milho, provavelmente por causa da competição por fatores essenciais ao bom desenvolvimento das plantas. Por outro lado, afirma, que a densidade de 80 mil plantas ha^{-1} proporciona maior incremento de produtividade de grãos.

Então, para elevar o rendimento da lavoura, a escolha do arranjo ideal de plantas é de suma importância, uma vez que influencia diretamente na interceptação de radiação solar, que é o principal fator para a produtividade de grãos, desde que outros, como água e nutrientes, estejam disponíveis (BRACHTVOGEL et al., 2012).

Em relação à população de plantas, a densidade ideal seria aquela que proporciona a melhor distribuição das plantas em determinada área, diminuindo a competição intraespecífica por água, luz e nutrientes (DOS SANTOS et al., 2018).

2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi instalado e conduzido em campo, entre abril e julho de 2018, na área experimental pertencente ao Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Paraíba (CCA/UFPB), em Areia-PB, localizada na microrregião do Brejo Paraibano. Sob um solo classificado como Gleissolo Háptico (EMBRAPA, 2013). Os atributos do solo foram avaliados antes da implantação do projeto de pesquisa afim de se determinar as características químicas, física e de fertilidade da área experimental, cujos resultados das análises estão apresentados na Tabela 1.

Tabela 1. Análises química, física e de fertilidade da amostra de solo (camada de 0-20 cm) da área experimental.

Química e fertilidade									
pH	P	S-SO ₄ ⁻²	K ⁺	H ⁺ +Al ⁺³	Al ⁺³	Ca ⁺²	Mg ⁺²	SB	CTC
H ₂ O (1:2,5)	-----mg/dm ³ -----			-----cmol _c /dm ³ -----					
6,2	75,35	2,89	67,03	0,04	0,00	2,00	1,32	3,53	5,71
Física									
M.O.	Zn	Fe	Mn	Cu	B	Areia	Silte	Argila	Classe
textural									
--g/kg--	-----mg/dm ³ -----				-----g/kg-----				
4,36	0,93	3,42	3,25	0,04	0,50	820	96	84	Areia franca

P, K, Na: Extrator Mehlich 1

SB: Soma de bases trocáveis

H + Al: Extrator acetato de cálcio 0,5 M, pH 7,0

CTC: Capacidade de troca catiônica

Al, Ca, Mg: Extrator KCl 1 M

M.O.: Matéria orgânica – Walkley-Black

O clima predominante da região caracteriza-se como tipo AS' (quente e úmido) de acordo com a classificação de Köppen, com precipitação pluviométrica média anual em torno de 1400 mm e temperatura média anual entre 23 e 24 °C. A precipitação pluvial total no período da pesquisa que compreendeu da semeadura à colheita foi 593,3 mm. A temperatura foi relativamente constante, ficando em média 21,82 °C (Figuras 1 e 2).

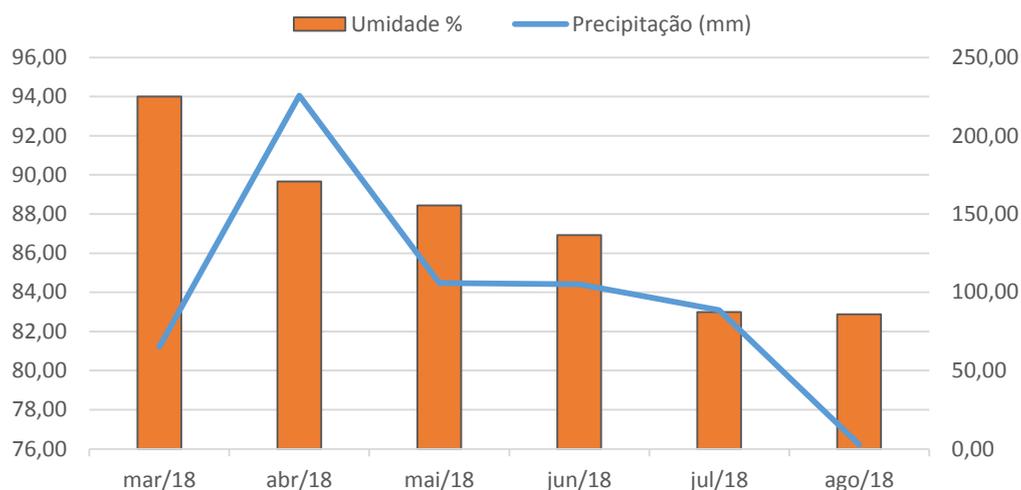


Figura 1. Valores de precipitação pluviométrica (mm) médias mensais, umidade relativa (%) médias mensais, acumulados durante o período de condução do experimento (INMET, 2019).

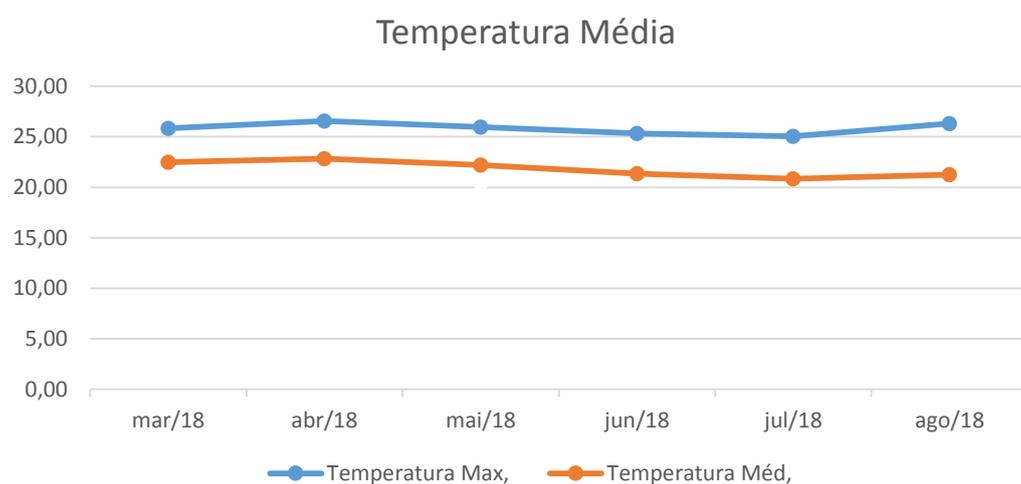


Figura 2. Caracterização climática da cultura do milho durante a execução do experimento (INMET, 2019).

O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados, com quatro repetições e seis tratamentos distribuídos em esquema fatorial 2 x 3, resultante da combinação de dois híbridos de milho (H1 e H2) e três densidades populacionais (40.000, 60.000 e 80.000 plantas ha⁻¹).

As parcelas experimentais foram compostas de quatro linhas de 5 m cada, espaçadas 0,50 m uma das outras; e as avaliações realizadas nas duas linhas centrais, dispensando-se as três primeiras plantas das bordas (área útil de 5 m²).

A semeadura foi realizada manualmente, utilizando-se 2, 3 e 4 sementes por metro linear, de acordo com a densidade populacional de cada tratamento a uma profundidade de 3 a 4 cm.

Na adubação foram aplicados 167 kg ha^{-1} de ureia (30% no plantio e o restante parcelado aos 30 e 45 dias após semeadura, próximo à linha de plantio) e 192 kg ha^{-1} de cloreto de potássio (100% no plantio, incorporado a uma profundidade de 10 cm). Não foi realizada adubação fosfatada. A fonte de fósforo foi o resíduo presente na área, dispensando-se assim o uso de fertilizantes fosfatados.

A partir do estágio V3 (três folhas completamente desenvolvidas) realizou-se as avaliações de crescimento e desenvolvimento das plantas, repetidas a cada 15 dias, até próximo à colheita, sendo observadas as seguintes variáveis de crescimento: altura de planta (medição do solo até o ápice da última folha totalmente aberta, em metros), diâmetro do colmo (na região de 1 cm do colo da planta, em centímetros); largura e comprimento das folhas (compreendendo as medidas da folha localizada no terço médio da planta, em centímetros) e número de folhas. Os resultados correspondem à média de três plantas aleatórias da parcela.

A colheita ocorreu aos 134 DAS (dias após a semeadura), com a cultura no estágio fenológico R6 (maturidade fisiológica completa) sendo retiradas e analisadas as espigas das plantas marcadas aos 30 DAS. Foram realizadas as seguintes avaliações: comprimento e diâmetro da espiga (em cm), número de fileiras (quantidade de fileiras de uma espiga), número de grãos por fileiras e produtividade, expressa em $\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$.

Os dados obtidos foram submetidos ao teste de Shapiro-Wilk a 5% de significância para determinar a normalidade dos mesmos. Com o intuito de verificar os efeitos dos fatores, foi realizada análise de variância por meio do teste F o teste de Tukey a 5% probabilidade para confrontação dos híbridos e análise de regressão para verificar os efeitos das populações de plantas.

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

A análise de variância a partir dos dados de crescimento e produção mostrou diferença significativa apenas para os fatores isolados, diâmetro do colmo, comprimento de espiga, número de grão por fileiras e produtividade. Desta forma, não foi realizado desdobramento de nenhuma das interações, avaliando-se os fatores apenas no seu efeito médio (Tabela 2).

Tabela 2. Resumo da análise de variância da altura de planta (AP), diâmetro do colmo (DC), largura da folha (LF), comprimento da folha (CF), número de folhas (NF), comprimento da espiga (CE), diâmetro da espiga (DE), número de fileiras (NL), número de grãos por fileira (NGRF) e produtividade (PD) de dois híbridos de milho avaliados em três populações, ao longo de três avaliações (exceto produção). Areia, Paraíba, Brasil, 2019

Quadrado médio											
FV	----- Crescimento -----						----- Produção -----				
	GL	AP	DC	LF	CF	NF	CE	DE	NL	NGRF	PD
H	1	141,57	0,06*	0,12	411,27	0,08	22,89*	1,26	8,64	183,71*	6060150,00
P	2	207,07	0,01	0,40	494,41	0,26	2,20	0,09	1,21	24,47	2925050,00*
H x P	2	8,14	0,08	0,18	337,10	0,06	0,71	0,02	0,26	0,08	3941341,11
Resíduo	51										
CV (%)		24,31	11,60	25,45	40,60	9,93	12,84	10,00	10,48	12,76	25,28

FV: Fonte de variação; H: híbridos; P: População de plantas.

Com base na Tabela 2, observa-se que não houve diferença significativa para a maioria das características de crescimento e de produção. Avaliando características morfológicas de cinco híbridos de milho, Beleze et al. (2003), observaram maiores tendências de crescimento em híbridos de ciclos mais precoces, ou seja, nas condições em que o presente experimento foi conduzido, os híbridos apresentaram crescimento semelhante.

Para diâmetro da espiga, número de grãos por fileira e comprimento da espiga, os maiores valores são observados no H1 (Tabela 3). Portanto, o H1 produziu espigas maiores, corroborando com Silva et al. (2009), que dizem que maiores valores de diâmetro do colmo estão relacionados com a densidade populacional e características de produção dos híbridos de milho. Pereira et al. (2017) atribui esse resultado à função do colmo de sustentação da planta e de reserva de fotoassimilados. No entanto para número de grãos por fileira e comprimento da espiga o H2 foi superior ao H1. Tal comportamento

pode ser justificado pela polinização, onde possivelmente o H2 pode ter apresentado um maior volume de pólen, e também pela característica do genótipo em relação aos componentes de rendimento (DE SOUSA MENDES, 2017).

Tabela 3. Diâmetro da espiga, número de grãos por fileira e comprimento da espiga dos dois híbridos de milho.

Híbrido	DC	N GR FIL	CE
H1	2,04 a	22,56 b	12,59 b
H2	1,86 b	28,10 a	14,54 a

Médias seguidas por letras diferentes na coluna diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% probabilidade.

Com relação à população, a análise de variância mostrou diferença significativa apenas para a produtividade, não havendo efeito sobre as características de crescimento (Tabela 2). Em pesquisa com a cultura do milho, Santos et al. (2017) também não encontraram alterações nos caracteres morfológicos, mas salientaram a necessidade de avaliações com mais ciclos, dado que o estudo se deu em apenas um ciclo.

A produtividade de grãos de milho foi a única característica de produção alterada pela população e aumentou linearmente com esse fator, apresentando valores de 4.975, 7.522 e 11.060 kg ha⁻¹ para as populações de 40 mil plantas ha⁻¹, 60 mil plantas ha⁻¹ e 80 mil plantas ha⁻¹, respectivamente (Figura 3). Todas as produtividades alcançadas foram satisfatórias, pois segundo a CONAB (2017) as estimativas de produtividade do grão de milho são próximas a 4.178 kg ha⁻¹.

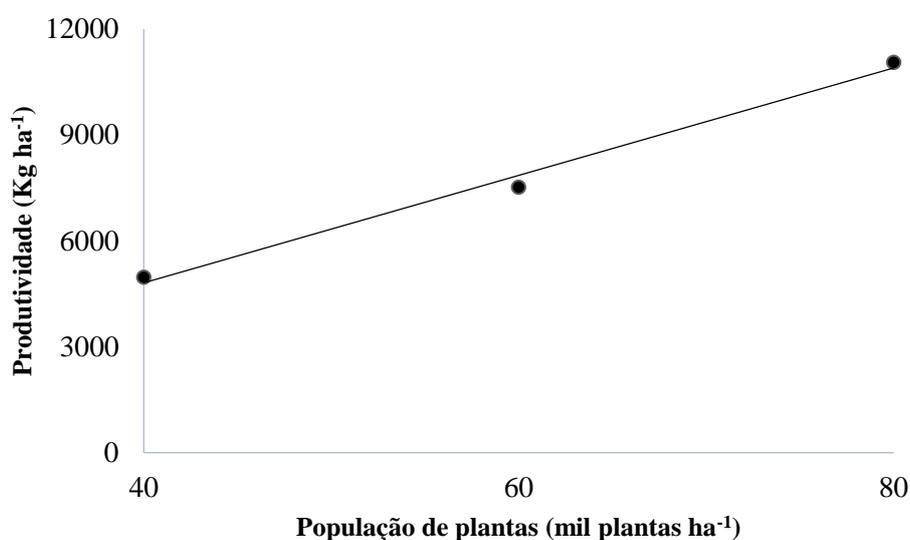


Figura 3. Produtividade do milho em função da população de plantas.

Esse aumento na produtividade pode ser atribuído ao aumento do número plantas e, conseqüentemente, ao número de espigas por hectare. Tal fato é bastante importante, pois mostra que o aumento da população de plantas favorece incremento em produtividade de grãos, conclusões semelhantes foram obtidas por Calonego et al. (2011) e Pereira et al. (2018); Fumagalli et al. (2017) com resultados positivos do aumento da população de plantas são mais observados em espaçamentos reduzidos.

Dourado Neto et al. (2003) e Almeida Júnior et al. (2018), encontraram resultados contrários ao presente estudo, com redução na produtividade em virtude do aumento da população. Segundo Fancelli & Dourado Neto (2000) a competição por luz em plantios densos resulta em redução na produtividade em sacas por hectare, indicando que, na presente pesquisa, a competição intraespecífica não foi suficiente para afetar a produtividade.

É importante destacar que este estudo auxilia os produtores a identificar qual população se ajusta melhor nas condições do microclima do semiárido paraibano, região chamada de Brejo Paraibano, em que o cultivo de milho é predominante e o clima é favorável para o cultivo entre os meses de março a julho como mostram as figuras 1 e 2. O manejo populacional muitas vezes permite identificar o maior potencial produtivo em manejo adequado de cultivo.

Para Demétrio et al. (2008) o aumento na densidade de plantas é uma das formas mais fáceis e eficientes de aumentar a produtividade dos grãos de milho, pois a radiação solar incidente interceptada pela comunidade de plantas é maior, potencializando seu uso e, conseqüentemente, o rendimento de grãos; essa resposta está associada ainda ao fato de o milho, diferentemente de outras gramíneas, não apresentar um mecanismo eficiente de compensação de espaços, pois perfilha pouco e apresenta baixa prolificidade e capacidade de expansão (STRIEDER et al., 2007).

Estudos sobre densidade de plantas contribuem com o desenvolvimento da cultura do milho promovendo maiores produtividades e conseqüentemente lucro aos produtores, principalmente na região Nordeste que além das divergências climáticas ainda é ineficiente no uso de técnicas de produção capazes de gerar aumentos significativos de produtividade as culturas.

4 CONCLUSÕES

Maiores populações de plantas na cultura do milho proporcionaram aumentos significativos na produtividade de grãos para os híbridos estudados.

É necessário avaliar a cultura nas mesmas condições por mais um ou dois ciclos, para se obter resultados mais consistentes.

5 REFERÊNCIAS

ALMEIDA JÚNIOR, J. J.; SMILJANIC, K. B. A.; MATOS, F. S. A.; MIRANDA, B. C.; OLIVEIRA, D. M.; CAMARGO, H. A. Características agrônômicas e produtividade na cultura do milho plantado com diferentes populações na região de mineiros, estado de Goiás. **Nucleus**, v.15, n.2. 2018

ALMEIDA JÚNIOR, J.J. PEROZINE, A. C.; SANTOS, G. A.; SMILJANIC, K. B. A.; MATOS, F. S. A. Atributos do Solo em Modalidade de Semeadura na Consorciação de Milho com Forrageiras. **Nucleus**, v.14, n.1, 2017. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.3738/1982.2278.1679>.

ARAUJO, G. L.; MANTOVANI, E. C.; VIEIRA, G. H. S.; COSTA, M. S. Modelos para a estimativa da produção de biomassa aplicados à cultura do milho. **Revista da Faculdade de Ciências Gerenciais de Manhuaçu**, Manhuaçu, v. 12, n. 1, p. 43-56, 2015.

ARGENTA, G.S.; SILVA, P.R.F.; BORTOLINI, C.G.; FORSTHOFER, E.L.; MANJABOSCO, E.A.; BEHEREGARAY NETO, V. Resposta de híbridos simples à redução do espaçamento entre linhas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, vol. 36, n. 1, p. 71-78, 2001

BELEZE, J. R. F.; ZEOULA, L. M.; CECATO, U; DIAN, P. H. M.; MARTINS, E. N.; FALCÃO, A. J. S. Avaliação de Cinco Híbridos de Milho (*Zea mays*, L.) em Diferentes Estádios de Maturação. 1. Produtividade, Características Morfológicas e Correlações. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.3, p.529-537, 2003

BERGAMASCHI, H.; DALMAGO, G. A.; BERGONCI, J. I.; BIANCHI, G. A. M.; MÜLLER, A. G.; COMIRAN, F.; HECKLER, B. M. M. Distribuição hídrica no período crítico do milho e produção de grãos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.39, n.9, p.831-839, set. 2004.

BERGAMASCHI, Para et al. 2.1-Aspectos gerais das culturas de milho e sorgo. INFLUÊNCIA DOS CULTIVOS DE 1ª E 2ª SAFRAS NO CRESCIMENTO E NA PRODUTIVIDADE DE SILAGEM DE MILHO E SORGO, p. 3, 2019.

BOIAGO, R. G. F. S. R.; MATEUS, R. P. G.; SCHUELTER, A. R.; BARRETO, R. R.; SILVA, G. J.; SCHUSTER, I. Combinação de espaçamento entrelinhas e densidade populacional no aumento da produtividade em milho. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.16, n.3, p. 440-448, 2017.

BRACHTVOGEL, E. L.; PEREIRA, F. R. S.; CRUZ, S. C. S.; ABREU, M. L.; BICUDO, S. J. População, arranjo de plantas uniforme e a competição intraespecífica em milho. **Revista Trópica – Ciências Agrárias e Biológicas** v. 6, n. 1, p. 83, 2012

BRITO, L. T. DE L.; CAVALCANTI, N. DE B.; SILVA, A de S.; PEREIRA, L. A. Produtividade da água de chuva em culturas de subsistência no semiárido pernambucano. **Engenharia Agrícola**, v. 32, n. 1, p. 102 - 109, 2012.

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

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

CIRILO, J. A. Políticas públicas de recursos hídricos para o semiárido. **Estudos Avançados**, v. 22, p. 61 - 82, 2008.

CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento. **Compêndio de Estudos Conab**. Sexto levantamento. v. 1, Brasília: Conab, 2017.

CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento. Acompanhamento de safra brasileira de grão. **Brasília: Conab**, 2018.

CONAB - COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento de safra brasileira de grãos**. Nono Levantamento de Grãos Safra 2018/2019, Brasília: Conab, 2019. p.72-81.

COUTO, C. A.; SILVA, E. M.; SILVA, A. G.; OLIVEIRA, M. T. P.; VASCONCELOS, J. C.; SILVA, A. R.; SOBREIRA, E. A.; MOURA, J. B. Desempenho de cultivares de milho destinados para produção de milho verde e silagem. **Fronteiras: Journal of Social, Technological and Environmental Science**, Goiânia, v. 6, n. 1, p. 232-251, 2017.

CRUZ, J. C., PEREIRA FILHO, I. A., OLIVEIRA, A. C., GUIMARÃES, L. J. M., QUEIROZ, L. R., MATRANGOLO, W. J., & MOREIRA, J. A. (2009). Produtividade de variedades de milho em sistema orgânico de produção. **Embrapa Arroz e Feijão- Comunicado Técnico (INFOTECA-E)**.

CRUZ, J. C.; PEREIRA FILHO, I. A.; BORGHI, E.; SIMÃO, E. de P. Quatrocentos e setenta e sete cultivares de milho estão disponíveis no mercado de sementes do Brasil para a safra 2015/16. Sete Lagoas: **Embrapa Milho e Sorgo**, 2015. 28 p.

CRUZ, Leandro Roberto da. Viabilidade agrônômica das culturas do milho e mamona em diferentes sistemas de produção na Amazônia Ocidental. 2019.

DA SILVA ARAÚJO, L., SILVA, L. G. B., DA SILVEIRA, P. M., RODRIGUES, F., DA PAZ LIMA, M. L., & DA CUNHA, P. C. R. (2017). Desempenho agrônômico de híbridos de milho na região sudeste de Goiás. **Revista Agro@mbiente. On-line**, 10(4), 334-341.

DE OLIVEIRA, J. G. C., JUNIOR, W. Q., & SANTOS, J. E. (2019, JUNE). Avaliação de bioestimulante na cultura do milho. In **Congresso de Ensino, Pesquisa e Extensão da** (p. 27). Universidade De Rio Verde.

DE SOUSA MENDES, W., DREWS, T. A., MEDEIROS, J. C., DALLA ROSA, J., GUALBERTO, A. V. S., & MIELEZRSKI, F. (2017). Development and productivity of maize in response to spatial arrangement under semiarid condition of Northeastern Brazil. *Australian Journal of Crop Science*, 11(3), 313.

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**, v. 43, n. 12, p. 1691-1697, 2008

DOURADO NETO, D.; VIEIRA, P. A.; MANFRON, P. A.; PALHARES, M.; MEDEIROS, S. L. P.; ROMANO, M. R. Efeito da população de plantas e do espaçamento sobre a produtividade de milho. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.2, n.3, p.63-77, 2003.

DUARTE, J.O.; MATTOSO, M. J.; GARCIA, J. C.; *Árvore do conhecimento: milho-Importância socioeconômica*. Disponível em:<http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/milho/arvore/CONTAG01_8_168200511157.html>. Acesso em: 15/10/2019.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Cultivo do milho-2013**. Disponível em:<<https://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Milho/CultivadoMilho/importancia.htm>> Acesso em: 01 de outubro de 2019.

FANCELLI, A. L.; DOURADO NETO, D. **Produção de milho**. 1. ed. Guaíba: Agropecuária, 2000. v.1. 360 p.

FORSTHOFER, E. L., DA SILVA, P. R. F., ARGENTA, G., STRIEDER, M. L., SUHRE, E., & RAMBO, L. (2004). Desenvolvimento fenológico e agrônomico de três híbridos de milho em três épocas de semeadura. **Ciência Rural**, 34(5), 1341-1348.

FORSTHOFER, E. L.; SILVA, P. R. F.; STRIEDER, M. L.; MINETTO, T.; RAMBO, L.; ARGENTA, G.; SANGOI, L.; SUHRE, E.; SILVA, A. A. Desempenho agrônomico e econômico do milho em diferentes níveis de manejo e épocas de semeadura. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 41, p. 399-407, 2006.

FREITAS, M. B.; RIBEIRO, J. M. M.; PERIN, A.; JUNIOR, H. R. S.; SILVA, A. Produtividade e incidência de grãos ardidos em híbridos de milho cultivados no Sudoeste de Goiás. **Revista Agrarian**, v. 2, p. 73-81, 2009.

FUMAGALLI, M.; MACHADO, R. A. F., FIORINI, I. V. A.; PEREIRA, C. S.; PIRES, L. P. M; PEREIRA, H. D. Desempenho produtivo do milho híbrido simples em função de espaçamentos entre fileiras e populações de plantas. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 16, n. 3, p. 426-439, 2017

KAPPES, Claudinei. Desempenho de híbridos de milho em diferentes arranjos espaciais de plantas. 2010.

HANASHIRO R. K; MINGOTTE F. L. C; FORNASIERI FILHO D. Desempenho fenológico, morfológico e agrônômico de cultivares de milho em Jaboticabal-SP. **Científica**, v12. p. 58, 59. 2015.

LOPES, J. P.; MACHADO, E. C.; DEUBER, R.; MACHADO, R. C. Análise de crescimento e trocas gasosas na cultura de milho em plantio direto e convencional. **Bragantia**, v. 68, n. 4, p. 839-848, 2009

MENDES, M. C. MATCHULA, P. H.; ROSSI, E. S.; OLIVEIRA, B. R.; SILVA, C. A.; SÉKULA, C. R. Adubação nitrogenada em cobertura associada com densidades populacionais de híbridos de milho em espaçamento reduzido. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 12, n. 2, p. 92-101, 2013

MODOLO, A. J., CARNIELETTO, R., KOLLING, E. M., TROGELLO, E., & SGARBOSSA, M. (2010). Desempenho de híbridos de milho na Região Sudoeste do Paraná sob diferentes espaçamentos entre linhas. **Revista Ciência Agronômica**, 41(3), 435-441.

OLIGINI, Karine Fuschter et al. Relação entre épocas de semeadura e grupos de maturação de cultivares de soja na viabilidade técnica e econômica do milho safrinha no sul do Brasil. 2019. **Dissertação de Mestrado**. Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

OLIGINI, Karine Fuschter et al. Relação entre épocas de semeadura e grupos de maturação de cultivares de soja na viabilidade técnica e econômica do milho safrinha no sul do Brasil. 2019. **Dissertação de Mestrado**. Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

PEREIRA, L. B.; MACHADO, D. S.; ALVES FILHO, D. C.; BRONDANI, I. L.; SILVA, V. S.; ARGENTA, F. M.; MOURA, A. F.; BORCHATE, D. Características agrônômicas da planta e produtividade da silagem e grãos de milho submetido a diferentes arranjos populacionais. **Magistra**, v. 29, n.1 p.18-27, 2017.

PEREIRA, V. R. F.; CHIODEROLI, C. A.; ALBIERO, D.; SILVA, A. O.; NASCIMENTO, E. M. S.; SANTOS, P. R. A. Desempenho agrônômico da cultura do

milho sob diferentes arranjos espaciais no nordeste brasileiro. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, v.12, n°5, p. 2976 – 2983, 2018

PERIN, A., GUARESCHI, R. F., JUNIOR, H. S., SILVA, A., & AZEVEDO, W. R. (2009). Produtividade de híbridos de milho na safrinha em Goiás. **Agrarian**, 2(3), 19-28.

PIANA, A. T., DA SILVA, P. R. F., BREDEMEIER, C., SANGOI, L., VIEIRA, V. M., DA SILVA SERPA, M., & JANDREY, D. B. (2008). Densidade de plantas de milho híbrido em semeadura precoce no Rio Grande do Sul. **Ciência Rural**, 38(9), 2608-2612.

PINTO, A. P.; LANÇANOVA, J. A. C.; LUGÃO, S. M. B.; ROQUE, A. P.; ABRAHÃO, J. J. S.; OLIVEIRA, J. S.; LEME, M. C. J.; MIZUBUTI, I. Y. Avaliação de doze cultivares de milho (*Zea mays* L.) para silagem. **Semana: Ciências Agrárias**, v. 31, p. 1071-1078, 2010.

RODRIGUES, R. A. L., BORGHI, E., PEREIRA FILHO, I. A., & GONTIJO NETO, M. M. (2016). Características agronômicas de híbridos experimentais e comerciais de milho em diferentes densidades populacionais. In **Embrapa Milho e Sorgo-Artigo em anais de congresso (ALICE)**. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 31, 2016, Bento Gonçalves. Milho e sorgo: inovações, mercados e segurança alimentar: anais. Sete Lagoas: Associação Brasileira de Milho e Sorgo, 2016.

ROMANO, Marcelo Ribeiro. Desempenho fisiológico da cultura de milho com plantas de arquitetura contrastante: parâmetros para modelos de crescimento. 2005. **Tese de Doutorado**. Universidade de São Paulo.

SANGOI, L., SCHMITT, A., DURLI, M. M., LEOLATO, L. S., COELHO, A. E., KUNESKI, H. F., & VANDER DE LIZ, OLIVEIRA. (2019). Estratégias de manejo do arranjo de plantas visando otimizar a produtividade de grãos do milho. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, 18(1), 47-60.

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

SANGOI, L.; SILVA, P. R. F.; ARGENTA, G. Arranjo espacial e plantas e milho: como otimiza-lo para maximizar o rendimento. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E

SORGO, 25; SIMPOSIO BRASILEIRO SOBRE A LAGARTA-DO-CARTUCHO, SPODOPTERA FRUGIPERDA, 1, 2004, Cuiabá, MT. **Da agricultura familiar ao agronegócio: tecnologia, competitividade e sustentabilidade: [resumos expandidos]**. Sete Lagoas: ABMS: Embrapa Milho e Sorgo; Cuiabá: Empaer, 2004. p. 150-159.

SANTOS, Cátia dos et al. Níveis tecnológicos dos agroecossistemas do milho no estado de Sergipe. 2012.

SANTOS, P. R. A.; CHIORDEROLI, C. A.; LOUREIRO, D. R.; NICOLAU, F. E. A.; OLIVEIRA, J. L.P.; QUEIROZ, R. F. Características morfológicas e produtivas do milho no consórcio com forrageiras em diferentes épocas de semeadura. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, v. 11, n. 07, p. 2031–2039, 2017

SANTOS, P. R. A.; CHIORDEROLI, C. A.; LOUREIRO, D. R.; NICOLAU, F. E. A.; OLIVEIRA, J. L.P.; QUEIROZ, R. F. Características morfológicas e produtivas do milho no consórcio com forrageiras em diferentes épocas de semeadura. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, v. 11, n. 07, p. 2031–2039, 2017.

SANTOS, H. P., FONTANELI, R. S., MACHADO, J. D. A., SANTI, A., REBECHI, I. D. A., & POSSEBOM, T. Sistemas de produção com integração lavoura-pecuária no rendimento de grãos de milho, sob sistema plantio direto. In: **Embrapa Milho e Sorgo- Artigo em anais de congresso (ALICE)**. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 31. 2016, Bento Gonçalves. Milho e sorgo: inovações, mercados e segurança alimentar: anais. Sete Lagoas: Associação Brasileira de Milho e Sorgo, 2016.

SCHLICHTING, A. F. Cultura do milho submetida a tensões de água no solo e doses de nitrogênio. 2012. **Rondonópolis: UFMT, Centro de Ciências Agrárias. 83p (M. Sc. thesis)**, 2012.

SILVA, J. P. D. Desempenho de genótipos alagoanos de milho (*Zea mays* L.) em diferentes densidades de semeaduras. 2012. 53 f. **Dissertação (Mestrado em agronomia)** – Universidade Federal de Alagoas, Rio Largo, AL, 2015.

SILVA, A. F., SCHONINGER, E. L., CAIONE, G., KUFFEL, C., & DE CARVALHO, M. A. C. 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**, v. 13, n. 2, p. 162-173, 2014.

SILVA, A. G.; FRANCISCHINI, R.; MARTINS, P. D. S. Desempenhos agrônômico e econômico de cultivares de milho na safrinha. **Revista Agrarian**, v. 8, p. 1-11, 2015.

SILVA, AJ da et al. Arranjo populacional em híbridos de milho na expressão de componentes diretos de produção. In: **congresso de iniciação científica**. 2009.

SILVA, Helton Devison de Lima et al. Resposta do milho ao uso de fitoreguladores, S e Zn. 2019.

STACCIARINI, T. D. C. V., DE CASTRO, P. H. C., BORGES, M. A., GUERIN, H. F., MORAES, P. A. C., & GOTARDO, M. (2010). Avaliação de caracteres agrônômicos da cultura do milho mediante a redução do espaçamento entre linhas e aumento da densidade populacional. **Revista Ceres**, 57(4), 516-519.

STRIEDER, M. L.; SILVA, P. R. F.; ARGENTA, G.; RAMBO, L.; SANGOI, L.; SILVA, A. A. da; ENDRIGO, P. C. A. A resposta do milho irrigado ao espaçamento entrelinhas depende do híbrido e da densidade de plantas. **Ciência Rural**, v. 37, n. 3, p. 634-642, 2007

TAKASU, A. T., RODRIGUES, R. A. F., GOES, R. J., ARF, O., & HAGA, K. I. (2014). Desempenho agrônômico do milho sob diferentes arranjos populacionais e espaçamento entrelinhas. **Agrarian**, 7(23), 34-41.

VELOSO, C. A. C., DE SOUZA, F. R. S., SILVA, A. R., CARVALHO, E. J. M., & SILVEIRA FILHO, A. (2016). Comportamento do milho em função da densidade populacional e da adubação nitrogenada no Oeste Paraense. **In Embrapa Amazônia Oriental-Artigo em anais de congresso (ALICE)**. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 31. 2016, Bento Gonçalves. Milho e sorgo: inovações, mercados e segurança alimentar: anais. Sete Lagoas: Associação Brasileira de Milho e Sorgo, 2016.