

Campus Colorado do Oeste
Coordenação do Curso de Engenharia Agrônoma

TÚLIO ORLOSKI DE CASTRO PEREIRA

COMPORTAMENTO DE HÍBRIDOS DE MILHO NA TRANSIÇÃO CERRADO-AMAZÔNIA SOB DIFERENTES DENSIDADES POPULACIONAIS E NÍVEIS DE ADUBAÇÃO EM COBERTURA

TÚLIO ORLOSKI DE CASTRO PEREIRA

COMPORTAMENTO DE HÍBRIDOS DE MILHO NA TRANSIÇÃO CERRADO-AMAZÔNIA SOB DIFERENTES DENSIDADES POPULACIONAIS E NÍVEIS DE ADUBAÇÃO EM COBERTURA

Artigo entregue como Trabalho de Conclusão de Curso ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia (IFRO), *Campus* Colorado do Oeste, como requisito parcial para obtenção do grau de bacharel junto ao Curso de Engenharia Agrônômica, sob a orientação da professora Érica de Oliveira Araújo.

Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema Gerador de Ficha Catalográfica do IFRO.

Pereira, Túlio Orloski de Castro.
Comportamento de híbridos de milho na transição
Cerrado-Amazônia sob diferentes densidades populacionais e níveis
de adubação em cobertura / Túlio Orloski de Castro Pereira. -
Colorado do Oeste, 2025.
27 f. : il.

Orientador(a): Profª. Dra. Erica de Oliveira Araujo.

Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia
Agrônoma) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de
Rondônia - IFRO, Colorado do Oeste, 2025.

1. *Zea mays* L.. 2. Arranjo de plantas. 3. Nitrogênio. 4. Potássio. 5.
Produtividade. I. Araujo, Erica de Oliveira (orient.). II. Instituto Federal
de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia - IFRO. III. Título.

Bibliotecário(a) Responsável: Juliana Machado da Silva Sasset, CRB-11/1140

TÚLIO ORLOSKI DE CASTRO PEREIRA

**TÍTULO: COMPORTAMENTO DE HÍBRIDOS DE MILHO NA TRANSIÇÃO
CERRADO-AMAZÔNIA SOB DIFERENTES DENSIDADES POPULACIONAIS E
NÍVEIS DE ADUBAÇÃO EM COBERTURA**

Artigo entregue como Trabalho de Conclusão de Curso ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia (IFRO), *Campus* Colorado do Oeste, como requisito parcial para obtenção do grau de bacharel, junto ao Curso de Engenharia Agrônômica, sob a orientação da professora Érica de Oliveira Araújo.

Aprovado em: 11/11/2025 pela banca examinadora.

Documento assinado digitalmente
 **MURILO VARGAS DA SILVEIRA**
Data: 28/07/2026 19:31:28-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Murilo Vargas da Silveira
Membro da Banca

Documento assinado digitalmente
 **MATHEUS MARTINS FERREIRA**
Data: 28/07/2026 21:10:06-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Matheus Martins Ferreira
Membro da Banca

Documento assinado digitalmente
 **ERICA DE OLIVEIRA ARAUJO**
Data: 15/07/2026 11:14:33-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Érica de Oliveira Araújo
Orientadora

COMPORTAMENTO DE HÍBRIDOS DE MILHO NA TRANSIÇÃO CERRADO-AMAZÔNIA SOB DIFERENTES DENSIDADES POPULACIONAIS E NÍVEIS DE ADUBAÇÃO EM COBERTURA

BEHAVIOR OF MAIZE HYBRIDS IN THE CERRADO-AMAZON TRANSITION UNDER DIFFERENT POPULATION DENSITIES AND TOPDRESSING FERTILIZATION LEVELS

RESUMO: Considerando que um dos principais desafios da agricultura moderna é aumentar a produtividade das culturas intensificando o uso dos recursos, o presente trabalho teve por objetivo avaliar o desempenho agrônômico de híbridos de milho sob diferentes densidades de plantas e níveis de adubação em cobertura, na região de transição cerrado-amazônia. O experimento foi conduzido em condições de campo na safra 2024/2025, no município de Colorado do Oeste, RO. O delineamento experimental foi o de blocos ao acaso, com parcelas subsubdivididas com 96 tratamentos e três repetições. As parcelas principais foram constituídas por dois protocolos de adubação em cobertura (nível médio e nível alto), as subparcelas constituídas por quatro populações de plantas (60.000 70.000, 80.000 e 90.000 plantas/ha⁻¹) e as subsubparcelas constituídas por doze híbridos de milho. Os resultados permitiram concluir que a elevação do nível tecnológico de adubação nitrogenada e potássica em cobertura promoveram incremento no diâmetro do colmo, teor de nitrogênio, massa da espiga, comprimento da espiga, número de grãos por fileira e a produtividade de grãos. O incremento na densidade populacional de plantas de milho aumenta a altura das plantas e a inserção da primeira espiga, e reduz o diâmetro do colmo, o número de grãos por fileira, e, por conseguinte, a produtividade de massa verde e de grãos, sendo a melhor densidade populacional para os híbridos avaliados de 60.000 plantas/ha. Os híbridos HL8810 PRO4 e HL1442 VIP3 destacaram-se consistentemente quanto à massa de espiga, comprimento de espiga, diâmetro da espiga, número de grãos por fileira, número de fileira de grãos, correlacionando positivamente com a produtividade de massa verde e de grãos.

PALAVRAS-CHAVE: *Zea mays* L.. Arranjo de plantas. Nitrogênio. Potássio. Produtividade.

ABSTRACT: Considering that one of the main challenges of modern agriculture is to increase crop yield by intensifying the use of resources, the present study aimed to evaluate the agronomic performance of maize hybrids under different plant densities and levels of topdressing fertilization in the Cerrado-Amazon transition region. The experiment was conducted under field conditions in the 2024/2025 crop season, in the municipality of Colorado do Oeste, RO, Brazil. The experimental design was a randomized complete block design, with split-split plots, featuring 96 treatments and three replications. The main plots consisted of two top-dressing fertilization protocols (medium level and high level), the subplots consisted of four plant populations (60,000, 70,000, 80,000, and 90,000 plants/ha, and the split-split plots consisted of twelve maize hybrids. The results allowed us to conclude that increasing the technological level of nitrogen and potassium topdressing fertilization promoted increments in stem diameter, nitrogen content, ear mass, ear length, number of grains per row and grain yield. Increasing the population density of maize plants increases plant height and first

ear insertion height and reduces stem diameter, number of grains per row and, consequently, green mass yield and grain yield, with the best population density for the hybrids evaluated being 60,000 plants/ha. The hybrids HL8810 PRO4 and HL1442 VIP3 were consistently stood out regarding ear mass, ear length, ear diameter, number of grains per row and number of grain rows, positively correlating with green mass yield and grain yield.

KEYWORDS: *Zea mays* L.. Plant arrangement. Nitrogen. Potassium. Yield.

1 INTRODUÇÃO

A extensão territorial e as condições edafoclimáticas do Brasil são elementos fundamentais para que o país tenha uma expressiva produção de grãos (Rego et al., 2023). Segundo a Companhia Nacional de Abastecimento, a estimativa de área plantada com milho na safra 2024/2025 é de 21,8 milhões de hectares com uma produção de 139 milhões de toneladas de milho (Conab, 2025), o que confere ao País posição de destaque no agronegócio mundial. Na região Norte, o milho é uma das principais culturas em área plantada, com aproximadamente 1,54 milhão de hectare, cultivada em propriedades de baixo, médio e alto nível de investimento tecnológico. Em Rondônia, pouco mais de 493 mil hectares foram cultivados na safra 2024/2025, com uma produção de 2,6 milhões de toneladas de milho, o que permite o estado figurar entre os três maiores produtores da região Norte. No entanto, a baixa produtividade nacional ainda é um desafio, frequentemente atribuída às condições climáticas, ao arranjo espacial das plantas, a escolha de cultivares, ao estresse nutricional, a práticas de manejo, bem como à fertilidade do solo (Ormond et al., 2024).

Considerando que um dos principais desafios da agricultura moderna é aumentar a produtividade das culturas intensificando o uso dos recursos (Hoang e Kanemoto, 2021), o ajuste da densidade de plantas é uma das medidas mais eficazes para maximizar a produtividade do milho e reduzir o impacto ambiental das emissões de gases de efeito estufa (Liu et al., 2017). Alguns estudos associam o maior potencial de produtividade dos híbridos modernos de milho que têm capacidade de tolerar estresses ao aumento da densidade de plantas (Schwalbert et al., 2018; Rizzo et al., 2022). Em razão disso e do surgimento de novos genótipos, nos programas de melhoramento de milho, têm-se buscado genótipos com elevada resposta produtiva em elevadas densidades populacionais, em diferentes condições edafoclimáticas, sob espaçamentos entre linhas mais reduzidos e nível nutricional diferenciado.

De acordo com Faco et al. (2024) uma vez identificado os híbridos que tenham potencial de tolerar o aumento da população de plantas com incremento de produtividade, ajuste no nível de investimento da lavoura, principalmente no manejo da adubação nitrogenada e potássica são fundamentais para o aumento da eficiência, da produtividade, da adaptabilidade e da sustentabilidade. O nitrogênio é um dos nutrientes mais importantes para o desenvolvimento do milho, uma vez que faz parte de importantes constituintes da célula vegetal e participa de processos fisiológicos que

influenciam a capacidade das plantas em aumentar sua produtividade de grãos (Resende et al., 2018). Já o potássio participa como ativador enzimático em processos bioquímicos como a fotossíntese, respiração e translocação (Taiz e Zeiger, 2017). No entanto, nossa compreensão das possíveis interações entre híbridos de milho, densidade de plantas e manejo de nitrogênio e potássio em culturas de safra precisa ser aprimorada para garantir ganhos de produtividade.

Diante do exposto, o presente trabalho teve por objetivo avaliar o desempenho agrônômico de híbridos de milho em função de diferentes densidades de plantas e níveis de adubação em cobertura, visando o aprofundamento do processo tecnológico e o aumento da eficiência produtiva do setor agrícola na região de transição cerrado-amazônia.

2 METODOLOGIA

O experimento foi conduzido em condições de campo no período de outubro de 2024 a março de 2025, na área experimental do Instituto Federal de Rondônia, Campus Colorado do Oeste, no município de Colorado do Oeste, RO, cujas coordenadas geográficas são 13° 06' S e 60° 29' W, com altitude média de 407 metros. O clima da região, de acordo com a classificação de Köppen-Geiger é do tipo Aw (clima tropical com inverno seco) (Beck et al., 2018).

Dados médios de temperatura e precipitação pluviométrica durante a condução do experimento foram obtidos do banco de dados do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) (Figura 1), e dados da caracterização química do solo na camada de 0-20 cm em amostras coletadas antes da instalação do experimento apresentou os seguintes resultados: pH (H₂O) = 5,8; MO = 14,0 g/kg; P = 5,2 mg dm⁻³; K = 48,6 mg dm⁻³; Ca = 2,8 cmolc dm⁻³; Mg = 0,6 cmolc dm⁻³; Al = 0,0 cmolc dm⁻³; H+Al = 2,9 cmolc dm⁻³; SB = 3,52 cmolc dm⁻³; CTC = 6,4 cmolc dm⁻³ e V = 55%; areia = 703 g/kg; silte = 78 g/kg e argila 220 g/kg. O solo da área experimental é classificado como argissolo vermelho-amarelo eutrófico (Santos et al., 2018).

O delineamento experimental foi o de blocos ao acaso, com parcelas subdivididas com 96 tratamentos e três repetições. As parcelas principais foram constituídas por dois protocolos de adubação em cobertura (nível médio e nível alto), as subparcelas constituídas por quatro populações de plantas (60.000, 70.000, 80.000 e 90.000 plantas/ha-1) e

as subsubparcelas constituídas por doze híbridos de milho (HL22065VIP3, HL22066VIP3, HL22061VIP3, HL22070VIP3, HL22091VIP3, HLX2104PRO3, HL8810PRO4, SHS7990PRO3, HL1770RR, HL1442VIP3, HL2682VIP3 e HLX2162CON), perfazendo o total de 288 unidades experimentais.

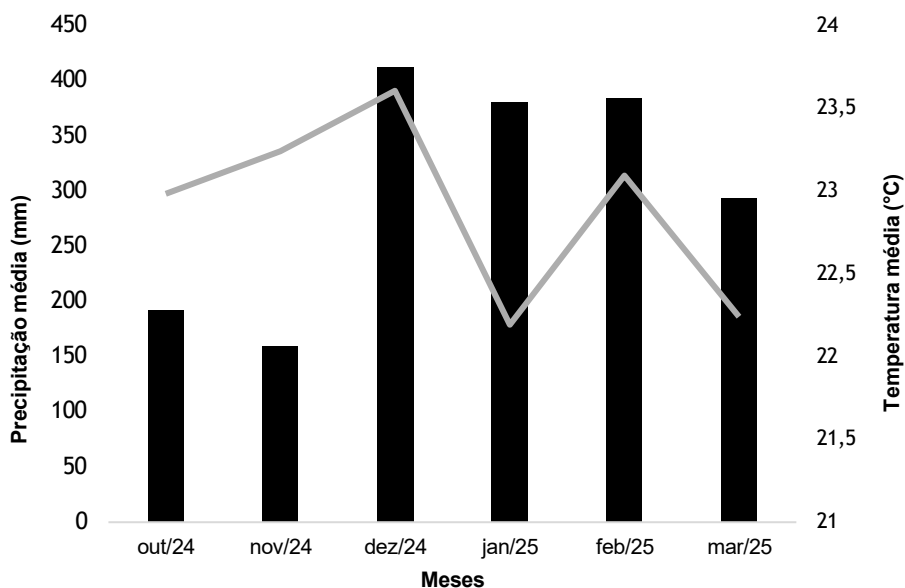


Figura 1. Dados médios de temperatura e precipitação pluviométrica durante a condução do experimento em campo. Fonte: INMET (2025).

Tabela 1. Características agronômicas e aptidões de diferentes híbridos de milho.

Híbridos	Aptidão	Ciclo	Arquitetura	Grão
HL22065 VIP3	Grão	Superprecoce	Ereta	Semi-duro
HL22066 VIP3	Grão	Superprecoce	Semiereta	Semidentado
HL22061 VIP3	Grão/Silagem	Precoce	Semi-curva	Dentado
HL22070 VIP3	Grão/Silagem	Superprecoce	Ereta	Semi-duro
HL22091 VIP3	Grão	Superprecoce	Semiereta	Duro
HLX2104 PRO3	Grão/Silagem	Precoce	Decumbente	Dentado
HL8810 PRO4	Grão/Silagem	Precoce	Semiereta	Semidentado
SHS7990 PRO3	Grão/Silagem	Precoce	Normal	Semidentado
HL1770 RR	Grão/Silagem	Normal	Semi-curva	Dentado
HL1442 VIP3	Grão/Silagem	Precoce	Semi-curva	Dentado
HL2682 VIP3	Grão/Silagem	Normal	Semi-curva	Semi-duro
HLX2162 CON	Silagem	Precoce	Decumbente	Dentado

Todos os híbridos apresentam tolerância a pragas, doenças e ao glifosato. *VIP3- material apresenta alto potencial produtivo, para controle da lagarta-do-cartucho, além de facilidade de debulha, boa granação e aptidão para milho-verde. *PRO4- proteção contra lepidópteros no cartucho e colmo, além de proteção contra pragas das raízes e lagartas nas espigas. Eficiência e flexibilidade no controle de plantas daninhas. *PRO3- material apresenta alta produtividade, estabilidade, boa sanidade foliar e de colmo, e tolerância à mancha branca e bipolaris. *RR- material resistente ao Roundup. *CON: material convencional.

A implantação do experimento foi realizada com aplicação prévia de herbicida glufosinato de amônio (3,0 L/ha-1), acrescido de óleo mineral, diluído em 250 L/ha-1 de calda, para o controle de plantas espontâneas. O preparo do solo consistiu em gradagem até 15 cm de profundidade. Os sulcos de plantio e de adubação foram abertos mecanicamente na profundidade de 5 cm, respectivamente, de acordo com o espaçamento determinado. A semeadura dos híbridos de milho foi realizada por meio de semeadura mecanizada, no espaçamento de 0,45 m entrelinhas. Cada unidade experimental foi composta por 4 metros de largura e 5 metros de comprimento, considerando com área útil de cada parcela as linhas centrais, excluindo-se 0,50 m de cada extremidade da parcela.

Para atendimento ao nível médio e alto de fertilidade foram realizadas adubações em cobertura nas doses de 85 kg/ha-1 de N e 40 kg/ha-1 de K₂O e de 120 kg/ha-1 de N e 60 kg/ha-1 de K₂O, respectivamente. Por ocasião da semeadura, a

adubação foi realizada no sulco, na dose de 400 kg ha⁻¹, na formulação 4-28-08 (N-P2O5- K2O), correspondente a 16 Kg de N; 112 kg P2O5 e 32 kg K2O. A adubação nitrogenada e potássica em cobertura para fins de média fertilidade foram parcelas em 45 kg/ha-1 de N (100 kg/ha-1 de uréia), 40 kg/ha-1 de N (200 kg/ha-1 de de sulfato de amônio) e 40 kg/ha-1 de K (66 kg/ha-1 de cloreto de potássio), aplicado no estágio fenológico V3; enquanto que a adubação nitrogenada e potássica em cobertura para fins de alta fertilidade foram parceladas em 35 kg/ha-1 de N (75 kg/ha-1 de uréia), 20 kg/ha-1 de N (100 kg/ha-1 de sulfato de amônio) e 60 kg/ha-1 de K (100 kg/ha-1 de cloreto de potássio), aplicado no estágio fenológico V3, e a outra metade aplicado no estágio fenológico V6.

Para fins de manejo fitossanitário da cultura a rotação e a associação de inseticidas, fungicidas e herbicidas foram realizadas como estratégia de manejo integrado. No estágio fenológico V2 foi realizada a aplicação 0,6 L/ha-1 do inseticida Metomil 215 SL, 0,5 L/ha-1 do inseticida Estrela®, 0,8 L/ha-1 do bioinseticida Octane (Isaria fumosorosea Cepa Esalq 1296), 3 kg/ha-1 do bioinseticida Bouveril Evo (Beauveria bassiana Cepa Esalq PL63) e 5 L/ha-1 do herbicida Atrazina SD 500 SC. No estágio fenológico V4 foi realizada a aplicação de 0,6 L/ha do inseticida Metomil 215 SL, 0,5 L/ha-1 do herbicida Mesotriona e 5 L/ha-1 do herbicida Atrazina SD 500 SC. No estágio fenológico V6 foi realizada a aplicação de 1 L/ha-1 do inseticida Connect®, 0,3 L/ha-1 do inseticida Certero® e 0,8 L/ha-1 do bioinseticida Octane (Isaria fumosorosea Cepa Esalq 1296). No estágio fenológico V8 foi realizada a aplicação de 0,6 L/ha-1 do inseticida Metomil 215 SL, 1 L/ha-1 do inseticida Connect®, 0,3 L/ha-1 do inseticida Certero®, 0,8 L/ha-1 do bioinseticida Octane (Isaria fumosorosea Cepa Esalq 1296) e 0,5 L/ha-1 do herbicida Mesotriona. No estágio fenológico V10 foi realizada a aplicação de 0,6 L/ha-1 do inseticida Metomil 215 SL e 3,5 L/ha-1 do bioinseticida BioBact (Bacillus thuringiensis kurstaki S1450). Nos estádios fenologicos V5 e VT foram realizadas a aplicação de 0,5 L/ha-1 do fungicida Fox® Xpro.

No período de florescimento (aparecimento da inflorescência feminina “cabelo”) da cultura, foram efetuadas amostragens foliares, conforme metodologia proposta por Malavolta et al. (1997), a fim de determinar o teor de nitrogênio no tecido foliar das plantas. Para tanto, coletou-se o terço médio com nervura da folha oposta e abaixo da inserção da espiga principal, no total de 10 folhas por unidade experimental e, neste mesmo estágio fenológico foi determinado o teor de clorofila na folha. As amostras

foram acondicionadas em sacos de papel e secos em estufa com circulação forçada de ar, à temperatura de 65°C, por 72 horas, moídas em moinho do tipo Willey e encaminhado para análise laboratorial visando à determinação do teor de N pelo método semi-micro-Kjeldahl, conforme descrito por Malavolta et al. (1997).

Por ocasião da maturidade fisiológica e para determinação dos componentes de produção foram amostradas seis espigas representativas por parcela, sendo avaliados os parâmetros de massa da espiga sem palha, comprimento de espiga, diâmetro da base da espiga, número de fileiras de grãos por espiga, número de grãos por fileira, massa de mil grãos e estimativa de produtividade de grãos. A massa da espiga foi determinada pela pesagem em balança de precisão; o comprimento da espiga e o diâmetro da base da espiga foram determinados por mensurações com auxílio de fita métrica e paquímetro digital, respectivamente; o número de fileira de grão e número de grãos por fileira realizou-se a contagem; enquanto que a massa de mil grãos foi determinada conforme a metodologia descrita na Regra de Análise Sementes (Brasil, 2009) e a estimativa de produtividade de grãos obtida após a debulha de todas as espigas da área útil de cada parcela. A produtividade e a massa de mil grãos foram corrigidas para umidade de 13%.

Na planta, foi avaliada a altura total, altura de inserção de espiga e diâmetro do colmo próximo ao nível do solo. Para a avaliação de altura de planta foi utilizada a medida do ponto de onde foi feito corte até a lígula da última folha expandida do topo (Ritchie et al., 1993), enquanto para a altura de inserção da espiga foi utilizada a medida do ponto de onde foi feito o corte até o nó onde estava inserida a espiga. A espessura média da base do colmo foi determinada com auxílio de um paquímetro digital. A estimativa de produtividade de massa verde foi realizada após o corte das plantas a 0,20 m do solo, através da pesagem média das plantas existentes em 3 metros lineares.

Após todas as análises, os dados foram submetidos aos testes de verificação das pressuposições de normalidade e homogeneidade. Quando atendidas tais pressuposições foram submetidos à análise de variância pelo teste F, e, quando os parâmetros apresentaram diferença significativa, utilizou-se o teste Tukey a 5% de probabilidade para comparação das médias, e análise de regressão para densidade de plantas, utilizando-se o programa estatístico Sisvar (Ferreira, 2019).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os componentes produtivos foram influenciados pelos fatores nível de adubação, densidade de plantas e híbridos de forma isolada, não havendo interação dupla ou tripla significativa. O nível de adubação afetou significativamente a altura de plantas, o diâmetro do colmo, o teor de nitrogênio, a massa e o comprimento da espiga, o número de grãos por fileira e a produtividade de grãos (Tabela 2, Tabela 3 e Tabela 4). Quanto aos híbridos de milho, foram observadas diferenças significativas para altura de plantas, altura de inserção de espiga, índice SPAD, teor de nitrogênio, massa da espiga, diâmetro da espiga, comprimento da espiga, número de fileira de grãos, número de grãos por fileira, massa de mil grãos e produtividade de massa verde (Tabela 2, Tabela 3 e Tabela 4). A densidade de plantas, por sua vez, influenciou significativamente a altura e altura de inserção de espiga, o diâmetro do colmo, o índice SPAD, o número de fileira de grãos e a produtividade de massa verde (Figura 2 e Figura 3). A precisão experimental foi adequada, uma vez que os coeficientes de variação (CV) estiveram entre 4,73% a 24,02%, para todas as variáveis, exceto produtividade de grãos. Os coeficientes de variação (CV) entre 44% e 52% na produtividade de grãos indicam uma alta heterogeneidade nos dados, ou seja, uma grande variabilidade na produtividade entre as parcelas, subparcelas e subsubparcelas experimentais, o que pode ser explicado por diferenças genéticas das plantas e manejo da lavoura.

A altura de plantas foi superior no nível médio de adubação nitrogenada e potássica (300 kg/ha-1 de N e 100 kg/ha-1 de K), com média de 2,55 m, e incremento de 2,40% em relação ao nível alto de adubação (450 kg/ha-1 de N e 268 kg/ha-1 de K). Já o diâmetro do colmo, o teor de nitrogênio, a massa da espiga, o comprimento da espiga, o número de grãos por fileira e a produtividade de grãos foram influenciados positivamente pelo nível alto de adubação (450 kg/ha-1 de N e 268 kg/ha-1 de K) diferindo estatisticamente ($p < 0,05$) do nível médio de adubação (300 kg/ha-1 de N e 100 kg/ha-1 de K). O nível alto de adubação proporcionou incremento médio de 6,77, 2,87, 1,83 e 5,18%, na massa da espiga, comprimento da espiga, número de grãos por fileira e produtividade de grãos, respectivamente. Esse incremento de 5,18% na produtividade de grãos, corresponde a um aumento de 466 kg/ha-1 de grãos de milho ou a 7,76 sc/ha. Esses resultados demonstram a adubação em cobertura de nitrogênio

e potássio promove ganhos no desenvolvimento de na produção do milho e corroboram com os resultados encontrados por Fumagali (2023).

A adubação nitrogenada e potássica têm efeitos complementares e essenciais nos componentes produtivos do milho, influenciando o crescimento vegetativo e a formação de grãos. O nitrogênio é fundamental para o crescimento, a formação de proteínas e clorofila, aumentando o número de grãos na espiga, enquanto o potássio regula o metabolismo, aumenta o acúmulo de matéria seca e melhora a qualidade dos grãos, além de conferir maior resistência à planta. Portanto, um manejo nutricional balanceado desses macronutrientes é imperativo para a otimização do potencial genético de rendimento do milho, prevenindo desequilíbrios nutricionais que podem comprometer a fisiologia da cultura e, subsequentemente, a produtividade final. Como esperado, o aumento do nível de adubação aumentou o teor de nitrogênio nas folhas em 8,84% comparado ao nível médio (Tabela 2).

De acordo com a Tabela 2, o híbrido HL8810 PRO4 apresentou a maior altura de planta (2,67 m), diferido estatisticamente dos híbridos HL22070 VIP3, HL22065 VIP3, HL1442 VIP3 e HL2682 VIP3 que apresentaram as menores alturas de plantas. O incremento em altura de plantas pelo híbrido HL8810 PRO4 foi de 15,58% quando comparado ao híbrido HL2682 VIP3 com menor altura de plantas. Para altura de inserção de espiga verifica-se que os híbridos HL8810 PRO4, HL22061VIP3 e HLX2162CON foram superiores, com média de 1,45 m, não diferindo estatisticamente dos híbridos HLX2104 PRO3, HLX2162CON, HL22065VIP3, HL22066VIP3 e HL1770RR, e sendo em média 20,83% superior ao híbrido HL2682 VIP3 que apresentou a menor altura de inserção de espiga.

Segundo Araujo et al. (2021), características morfológicas como altura de plantas e altura de inserção de espiga é atribuída à própria genética dos híbridos, o que confere a alguns portes mais elevados e a outros portes mais reduzidos. Brondani et al. (2021) e Kappes et al. (2014) reforçam que quanto maior é a relação entre altura de plantas e altura de inserção de espiga, mais deslocado estará o centro de gravidade da planta e maior é a possibilidade de quebra de colmo. A altura média de inserção de espiga observada no ensaio foi de 1,35 m e pode ser considerada adequada, já que muitas espigas estão inseridas ao redor do ponto médio da planta, o que pode tornar o genótipo menos vulnerável às condições de acamamento. Além disso, a altura de inserção de espiga é uma variável de extrema importância para a

colheita mecanizada do milho, pois influencia na redução de perdas, em que plantas com maiores alturas facilitam a colheita. Os resultados corroboram aos encontrados por Araújo et al. (2025), Souza et al. (2025), Araújo et al. (2024a), Araújo et al. (2024b), Brito et al. (2024), Fernandes et al. (2024) e Neumann et al. (2024) em avaliações do desempenho agrônomo de diferentes híbridos de milho nos estados de Rondônia, Para e Paraná.

Os híbridos HL1770 RR, HL2682VIP3 e HLX2104 PRO3 alcançaram os maiores valores de índices SPAD, na ordem de 56,95, 56,61 e 56,36, respectivamente, diferindo estatisticamente apenas do híbrido HL8810 PRO4 com menor valor de índice SPAD (47,71) (Tabela 2). A aferição do teor de clorofila é uma maneira prática de aferir o teor de nitrogênio na planta, uma vez que, este é um nutriente que está presente na molécula de clorofila. Correlacionando com os valores de índice SPAD, os híbridos HL2682VIP3 e HLX2104 PRO3 também apresentaram valores superiores nitrogênio nas folhas em pleno florescimento, na ordem de 25,59 g kg⁻¹ e 25,29 g kg⁻¹, respectivamente (Tabela 2). Argenta et al. (2001) verificaram que teores de nitrogênio ideais para a cultura do milho são encontrados em valores de SPAD de 45,4, 52,1, 55,3 e 58, nos estádios de três a quarto folhas, seis a sete folhas, dez a onze folhas e espigamento. Rocha et al. (2005) salientam que a mensuração do índice SPAD é de grande importância para a diagnose precoce de nitrogênio, por ser de baixo custo e ter maior praticidade, garantindo tomada de decisões em tempo hábil para possíveis adubações de cobertura com N, sem o comprometimento da produção, uma vez que a época de maior demanda de N pelo milho ocorre entre o início do florescimento e o início da formação de grãos.

Tabela 2. Altura de plantas, altura da inserção da espiga, diâmetro do colmo, índice SPAD e teor de nitrogênio de diferentes híbridos de milho em função dos níveis de adubação e da densidade de plantas por hectare na safra 2024/2025 em Colorado do Oeste/RO.

ADUBAÇÃO	ALT	AIE	DC	SPAD	N
	-----m-----		mm		g/kg
Nível médio	2,55 a	1,35	23,15 b	53,32	22,85 b
Nível alto	2,49 b	1,35	25,37 a	53,60	24,87 a
HÍBRIDO					
SHS7990PRO3	2,52 ab	1,29 cd	25,51	54,44 ab	23,84 ab
HLX2104PRO3	2,58 ab	1,38 abc	22,63	56,36 a	25,59 a
HL8810PRO4	2,67 a	1,46 a	25,00	47,71 b	23,34 b
HL22091VIP3	2,51 ab	1,31 bcd	26,67	52,98 ab	23,35 b
HL22070VIP3	2,42 bc	1,28 cd	23,65	52,54 ab	22,66 b
HL22066VIP3	2,54 ab	1,35 abc	22,71	54,14 ab	23,74 ab
HL22065VIP3	2,48 bc	1,36 abc	22,40	48,98 ab	23,17 b
HL22061VIP3	2,56 ab	1,48 a	23,80	53,18 ab	22,97 b
HL2682VIP3	2,31 c	1,20 d	23,18	56,61 a	25,29 a
HL1442VIP3	2,48 bc	1,31 bcd	25,46	55,15 ab	24,24 ab
HL1770RR	2,60 ab	1,35 abc	25,27	56,95 a	24,01 ab
HLX2162CON	2,60 ab	1,43 ab	24,90	52,48 ab	24,18 ab
p-valor					
Adubação (A)	0,00*	0,77 ^{ns}	0,00*	0,66 ^{ns}	0,00*
Densidade (D)	0,01*	0,03*	0,05*	0,01*	0,10 ^{ns}
Híbrido (H)	0,00*	0,00*	0,20 ^{ns}	0,01*	0,00*
Interação D*H	0,30 ^{ns}	0,42 ^{ns}	0,54 ^{ns}	0,56 ^{ns}	0,94 ^{ns}
Interação A*D	0,09 ^{ns}	0,62 ^{ns}	0,70 ^{ns}	0,06 ^{ns}	0,12 ^{ns}
Interação A*H	0,55 ^{ns}	0,15 ^{ns}	0,48 ^{ns}	0,26 ^{ns}	0,82 ^{ns}
Interação A*H*D	0,11 ^{ns}	0,15 ^{ns}	0,58 ^{ns}	0,08 ^{ns}	0,06 ^{ns}
CV (%) Adubação	7,41	9,06	24,02	10,08	10,14
CV (%) Densidade	5,52	11,06	20,14	11,19	8,07
CV (%) Híbrido	7,77	9,49	23,28	15,60	7,97

*Médias seguidas por letras iguais nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. ^{ns}- não significativo e * significativo pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. AP: altura de plantas; AIE: altura da inserção da espiga; DC: diâmetro do colmo; SPAD: índice SPAD; N: teor de nitrogênio. CV: coeficiente de variação. p-valor: probabilidade do teste F da análise de variância.

Quanto aos componentes de produção, os híbridos HL1442 VIP3, HL8810PRO4 e HLX2162CON produziram as espigas mais pesadas, na ordem de 335,72, 322,91 e 303,55 g, respectivamente; enquanto que o híbrido HL22070 VIP3 produziu as espigas mais leves, diferindo estatisticamente dos demais materiais genéticos (Tabela 3). Os maiores valores de diâmetro da espiga foram observados

entre os híbridos HL1442 VIP3, HL8810 PRO4 e HL2682 VIP3, diferindo estatisticamente dos demais híbridos, e sendo em média 13,73% superior ao híbrido HL22066 VIP3 com menor diâmetro de espiga (Tabela 3). O maior e menor comprimento de espiga foi verificado para os híbridos HL1442 VIP3 (19,83 cm) e HL1770 RR (16,66 cm), respectivamente; enquanto que o maior e menor número de fileira de grãos foi produzido pelo híbrido HL8810 PRO4 (19,05) e SHS7990 PRO3 (14,68) (Tabela 3). Para o número de grãos por fileira verifica-se que o híbrido HL1442 VIP3 foi superior, com a produção média de 37,27 grãos por fileira, não diferindo estatisticamente dos híbridos SHS7990 PRO3 e HL22065 VIP3, e sendo em média 15,85% superior aos híbridos HL2682 VIP3, HL1770 RR e HL22091VIP3 que apresentaram o menor número de grãos por fileira (Tabela 3). Já para a massa de mil grãos o híbrido HL1770 RR foi superior e diferiu estatisticamente dos demais materiais.

A correlação que o comprimento da espiga influencia na massa e no número de grãos presentes nela e, conseqüentemente, ambos pode influenciar na quantidade de grãos por área, é verificada especialmente para os híbridos HL1442 VIP3 e HL8810 PRO4 (Tabela 3 e Tabela 4). Variações dos componentes de produção em função do híbrido são relatados por Souza et al. (2025), Araújo et al. (2025), Araújo et al. (2024a), Araújo et al. 2024b), Brito et al. (2024), Fernandes et al. (2024) e Rego et al. (2023) e corroboram aos resultados apresentados nessa pesquisa. Ademais, essas variáveis são influenciadas por características genéticas e climáticas, sendo, desejável a seleção de materiais genéticos com melhores valores para estes componentes.

Tabela 3. Massa da espiga, diâmetro da espiga, comprimento da espiga, número de fileira de grãos, número de grãos por fileira e massa de mil grãos de diferentes híbridos de milho em função dos níveis de adubação e da densidade de plantas por hectare na safra 2024/2025 em Colorado do Oeste/RO.

ADUBAÇÃO	ME	DE	CE	NFG	NGF	MMG
	g	cm	cm	un.	un.	g
Nível médio	275,39 b	4,44	17,41 b	16,40	33,80 b	381,43
Nível alto	294,04 a	4,53	17,91 a	16,32	34,42 a	385,25
HÍBRIDO	ME	DE	CE	NFG	NGF	MMG
SHS7990PRO3	278,71 cd	4,15 c	17,84 bc	14,68 e	36,48 ab	397,75 bc
HLX2104PRO3	286,21 bc	4,38 bc	16,97 bc	15,89 d	31,31 de	389,23 bc
HL8810PRO4	322,91 a	4,90 a	18,22 b	19,05 a	34,89 bcd	358,34 bc
HL22091VIP3	260,50 cd	4,57 bc	17,18 bc	16,30 cd	31,82 e	370,90 bc
HL22070VIP3	250,83 d	4,49 bc	17,09 bc	17,65 b	33,89 cde	350,70 c
HL22066VIP3	267,67 cd	4,15 c	17,21 bc	16,72 c	33,20 de	365,22 bc
HL22065VIP3	280,90 bc	4,35 bc	18,26 b	16,88 bc	35,61 ab	368,00 bc
HL22061VIP3	269,31 cd	4,50 bc	17,27 bc	15,52 d	33,88 cde	366,57 bc
HL2682VIP3	270,02 cd	4,66 ab	17,52 bc	16,35 cd	32,26 e	396,16 bc
HL1442VIP3	335,72 a	4,60 ab	19,83 a	16,30 cd	37,27 a	387,03 bc
HL1770RR	290,30 bc	4,45 bc	16,66 c	15,50 d	32,44 e	447,65 a
HLX2162CON	303,55 ab	4,46 bc	18,26 b	16,59 cd	34,75 bcd	402,38 b
p-valor						
Adubação (A)	0,00*	0,07 ^{ns}	0,00*	0,20 ^{ns}	0,01*	0,45 ^{ns}
Densidade (D)	0,42 ^{ns}	0,10 ^{ns}	0,12 ^{ns}	0,96 ^{ns}	0,00*	0,48 ^{ns}
Híbrido (H)	0,00*	0,00*	0,00*	0,00*	0,00*	0,00*
Interação D*H	0,95 ^{ns}	0,75 ^{ns}	0,55 ^{ns}	0,37 ^{ns}	0,07 ^{ns}	0,31 ^{ns}
Interação A*D	0,10 ^{ns}	0,38 ^{ns}	0,15 ^{ns}	0,59 ^{ns}	0,87 ^{ns}	0,06 ^{ns}
Interação A*H	0,49 ^{ns}	0,06 ^{ns}	0,82 ^{ns}	0,60 ^{ns}	0,18 ^{ns}	0,21 ^{ns}
Interação A*H*D	0,55 ^{ns}	0,95 ^{ns}	0,61 ^{ns}	0,86 ^{ns}	0,91 ^{ns}	0,07 ^{ns}
CV(%) Adubação	14,96	8,76	6,37	5,04	6,27	11,28
CV (%) Densidade	21,84	5,11	6,76	5,35	4,49	14,63
CV (%) Híbrido	14,96	9,31	8,44	4,73	6,63	11,68

*Médias seguidas por letras iguais nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. ^{ns}- não significativo e * significativo pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. ME: massa da espiga; DE: diâmetro da espiga; CE: comprimento da espiga; NFG: número de fileiras de grãos; NGF: número de grão por fileira; MMG: massa de mil grãos. CV: coeficiente de variação. p-valor: probabilidade do teste F da análise de variância.

A produtividade de massa verde é uma variável afetada diretamente pela altura na qual se faz o corte das plantas e o ciclo vegetativo, o que torna complexa e dinâmica a comparação com resultados de estudos que tenham trabalhado com alturas de corte e ciclo produtivos diferentes (Araujo et al., 2024b e Araujo et al., 2021). As maiores produtividades de massa verde por hectare foram obtidas pelos híbridos HL1442 VIP3 (19.980,00 kg/ha-1) e HL8810 PRO4 (19.389,16 kg/ha-1), não diferindo

estatisticamente dos híbridos SHS7990 PRO3 e HLX2162CON, e produzindo em média 15,77% a mais quando comparado os híbridos HLX2104 PRO3, HL22065 VIP3 e HL2682 VIP3 com menor produtividade de massa verde por hectare (Tabela 4).

Apesar de não haver diferença estatística significativa entre os híbridos de milho para o parâmetro de produtividade de grãos, constata-se que os híbridos HL1442VIP3, HL8810PRO4, HL22070VIP3 expressaram os melhores resultados, com produtividade de grãos de 10.173,61, 10.124,81 e 11.212,49 kg/ha-1, respectivamente. Na média, a produtividade de grão entre os híbridos supracitados foi de 10.503,63 kg/ha-1 ou 175 sc/ha em plantio de safra (Tabela 4). Araújo et al. (2024a) avaliaram o rendimento de 8 genótipos transgênicos de milho de dupla aptidão e obtiveram uma média de 9.760 kg/ha em ensaios realizados no estado do Rondônia. Souza et al. (2025) realizaram a comparação de rendimento de grãos entre 16 híbridos de milho cultivados na região de transição cerrado-amazônia e constataram média de 10.693,48 kg/ha-1 entre os materiais com maiores produtividades e média de 7.448,88 kg/ha-1 entre os de menor produtividade. De modo geral, verifica-se que a produtividade dos grãos do milho obtida no experimento foi alta, haja vista, que a média nacional, no cultivo durante a primeira safra de 2024/2025 foi de 6.610,2 kg/ha-1 (Conab, 2025). Assim, todas as cultivares apresentaram a produtividade dos grãos acima da média nacional e da média para o estado de Rondônia (5.273 kg/ha-1), o que pode ser atribuído as temperaturas e precipitações pluviométricas na área experimental, bem como aos níveis de adubação. Souza et al. (2025) enfatizam que a adaptação regional, a tolerância a estresses, a estabilidade em diferentes ambientes e o objetivo de uso, seja para grãos ou silagem, devem compor os critérios técnicos a ser considerados para uma escolha assertiva de cultivares, visando à maximização da eficiência e rentabilidade da produção de grãos.

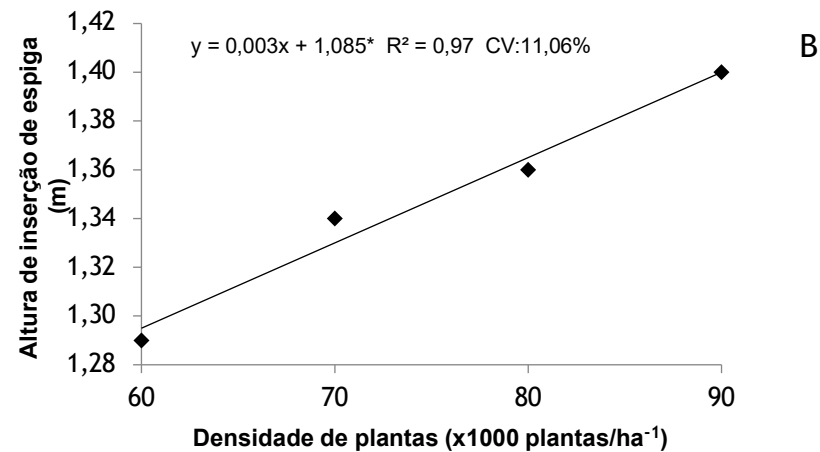
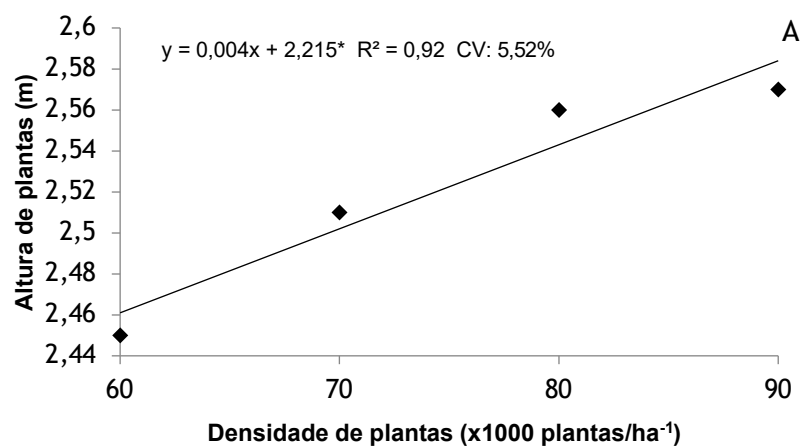
Tabela 4. Produtividade de massa verde e grãos de diferentes híbridos de milho função dos níveis de adubação e densidade de plantas por hectare na safra 2024/2025 em Colorado do Oeste/RO.

ADUBAÇÃO	Produtividade de massa verde kg/ha ⁻¹	Produtividade de grãos kg/ha ⁻¹
Nível médio	18.137,36	8.988,88 b
Nível alto	17.736,11	9.454,95 a
HÍBRIDO	Produtividade de massa verde	Produtividade de grãos
SHS7990PRO3	18.467,50 ab	8.693,88
HLX2104PRO3	16.944,16 c	9.063,33
HL8810PRO4	19.389,16 a	10.124,81
HL22091VIP3	17.485,00 bc	8.081,11
HL22070VIP3	17.332,50 bc	11.212,49
HL22066VIP3	17.979,16 bc	8.692,22
HL22065VIP3	17.059,16 c	9.186,38
HL22061VIP3	17.734,16 bc	8.556,94
HL2682VIP3	17.005,83 c	8.403,47
HL1442VIP3	19.980,00 a	10.173,61
HL1770RR	17.279,16 bc	9.337,63
HLX2162CON	18.590,00 ab	9.137,50
p-valor		
Adubação (A)	0,17 ^{ns}	0,03*
Densidade (D)	0,01*	0,02*
Híbrido (H)	0,00*	0,45 ^{ns}
Interação D*H	0,66 ^{ns}	0,39 ^{ns}
Interação A*D	0,24 ^{ns}	0,33 ^{ns}
Interação A*H	0,42 ^{ns}	0,45 ^{ns}
Interação A*H*D	0,83 ^{ns}	0,47 ^{ns}
CV(%) Adubação	13,28	44,58
CV (%) Densidade	21,65	52,61
CV (%) Híbrido	12,59	46,83

*Médias seguidas por letras iguais nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. ^{ns}- não significativo e *significativo pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. CV: coeficiente de variação. p-valor: probabilidade do teste F da análise de variância.

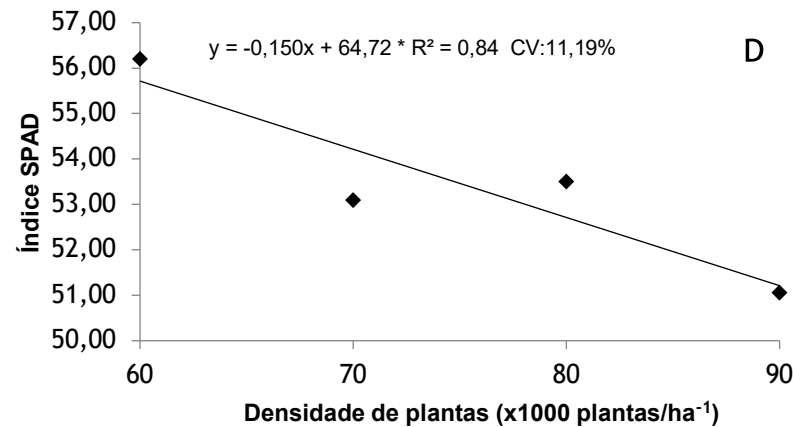
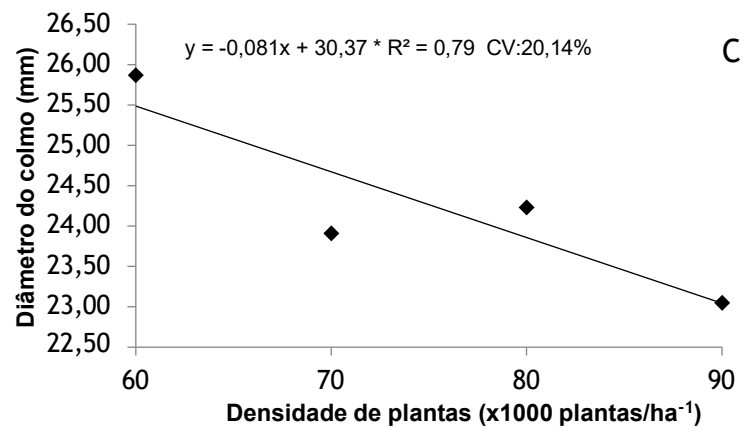
A densidade de plantas é um dos componentes de rendimento mais importante na cultura do milho, uma vez que a sua prolificidade é baixa, com pouca capacidade de compensação (Faco et. al., 2024). Foi observado aumento da altura de plantas e altura de inserção de espiga; e redução do diâmetro do colmo e índice SPAD com o aumento da população de plantas (Figura 2A, Figura 2B, Figura 2C e Figura 2D). Cazarim et al. (2023) relatam que o comportamento de redução do diâmetro do caule conforme o aumento da densidade de plantas baseia-se no aumento da competição intraespecífica por luz; alterações fisiológicas de origem hormonal, em especial da

auxina, que não oxida devido ao maior sombreamento, estimulando o alongamento celular; e alteração na percepção da luz fotomorfogênica (vermelha e vermelho-distante) pelo fitocromo, levando ao aumento da razão vermelho/vermelho-distante, que regula a partição de fotoassimilados e a adaptação morfológica. Esses fatores em conjunto fazem com que o crescimento vertical do caule predomine em detrimento do seu diâmetro (Sangoi et al., 2019). Dessa maneira, este fato deve ser considerado na definição da população de plantas a ser escolhida, uma vez que plantas mais altas, associado à menor diâmetro de colmo, apresentam maior probabilidade de quebramento quando comparado aquelas de menor porte e/ou maior diâmetro de colmo. Resultados similares foram obtidos por Piazzoli et al. (2021), Friedrich et al. (2022), Faria et al. (2019) e Serpa et al. (2017).



*significativo pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

*significativo pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade



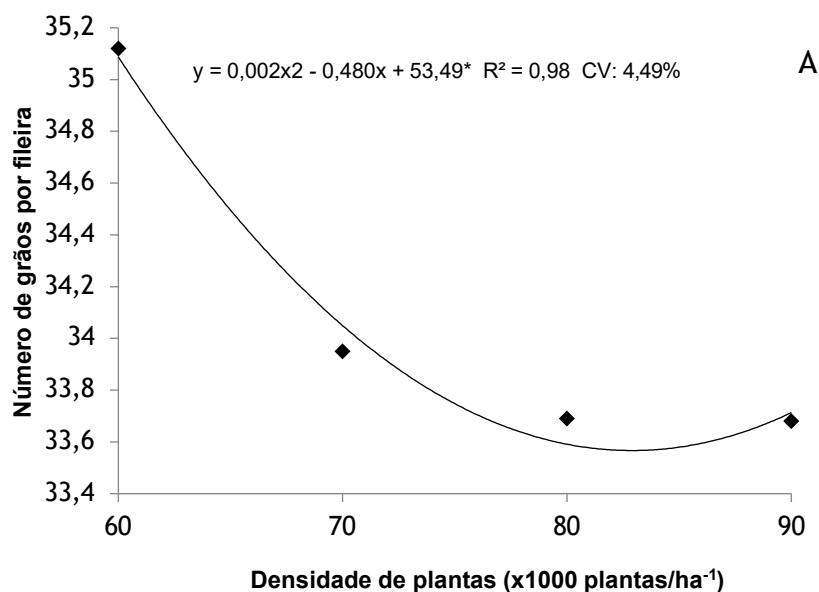
*significativo pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

*significativo pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

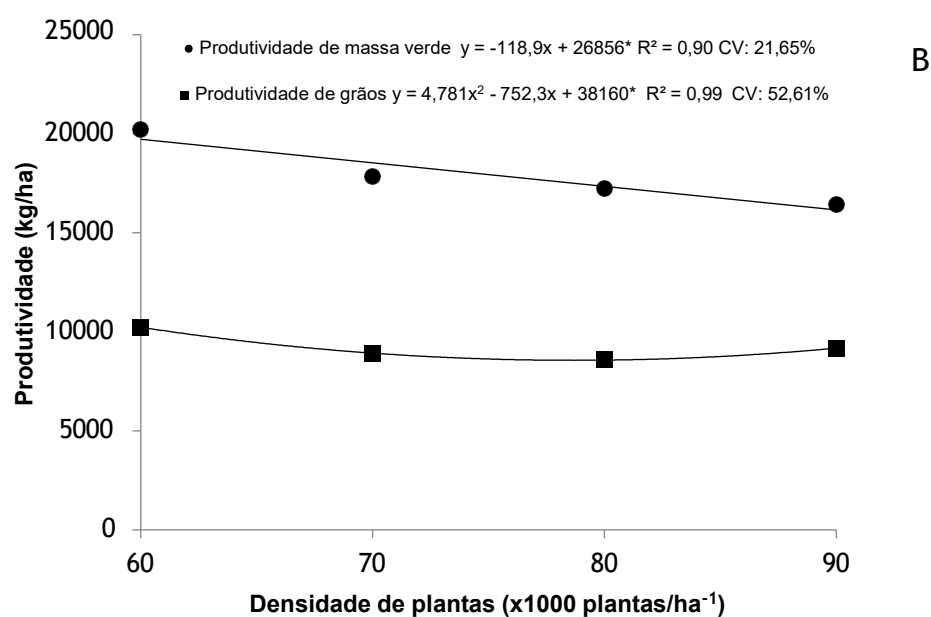
Figura 2. Altura de plantas (A), altura de inserção de espiga (B), diâmetro do colmo (C) e índice SPAD (D) em função das diferentes densidades de plantas, na safra 2024/2025, em Colorado do Oeste/RO.

Em relação à produtividade de massa verde, número de grãos por fileira e produtividade de grãos os resultados mostraram que os componentes de produção são afetados negativamente com o aumento da densidade populacional, a partir de 70.000 plantas/ha (Figura 3A e Figura 3B). Destaca-se que o aumento da densidade de 60.000 de plantas/ha para 90.000 plantas/ha causou uma redução de 22,80, 4,27 e 11,66% na produtividade de massa verde, número de grãos por fileira e produtividade de grãos, respectivamente. A redução no número de grãos por fileira também foi observada por Zhang et al. (2018) que ressaltam que tal resultado pode ser decorrente da baixa formação de primórdios florais, da redução da polinização devido à assincronia na floração e também da alta taxa de aborto de grãos após a fecundação. Corroborando aos resultados encontrados Friedrich et al. (2022) verificaram que o aumento da densidade de 60.000 plantas/ha-1 para 110.000 plantas/ha-1 causou uma redução de 9% no número de grãos por fileira em diferentes ambientes de produção e que o número de grãos por fileira é o componente de rendimento mais sensível às variações de densidade de plantas; enquanto Cazarim et al. (2023) e Lana et al. (2014) constataram que os componentes do rendimento do milho (diâmetro do colmo, comprimento da espiga, número de grãos por espiga) foram afetados negativamente pelo aumento da densidade de plantas entre 60.000 e 90.000 plantas por hectare.

Salienta-se que o aumento na densidade de plantas impacta diretamente a viabilidade econômica da produção, não se restringindo apenas ao aumento do custo de aquisição de sementes, mas também demanda o ajuste de outros insumos e práticas, resultando em uma maior alocação de capital e, conseqüentemente, elevando o risco operacional. Além disso, o ambiente de produção, definido por suas características edafoclimáticas, como tipo de solo, disponibilidade hídrica e condições térmicas, exerce uma influência preponderante sobre o desempenho da cultura. Neste contexto, e com base nos dados obtidos a densidade de 60.000 plantas por hectare é a densidade de semeadura recomendada para os híbridos avaliados. No entanto, vale destacar o comportamento observado entre os híbridos se refere apenas a uma safra de avaliação, sendo necessários experimentos adicionais, conduzidos em múltiplos anos e em diferentes locais, para avaliar a repetibilidade do resultado, e até mesmo estabelecer a densidade agronomicamente ótima para cada híbrido.



*significativo pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade



*significativo pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

Figura 3. Número de grãos por fileira (A) e produtividade de massa verde e de grãos (B) de milho em função das diferentes densidades de plantas, na safra 2024/2025, em Colorado do Oeste/RO.

4 CONCLUSÃO

A elevação do nível tecnológico de adubação nitrogenada e potássica em cobertura promoveram incremento no diâmetro do colmo, teor de nitrogênio, massa

da espiga, comprimento da espiga, número de grãos por fileira e a produtividade de grãos.

O incremento na densidade populacional de plantas de milho aumenta a altura das plantas e a inserção da primeira espiga, e reduz o diâmetro do colmo, o número de grãos por fileira, e, por conseguinte, a produtividade de massa verde e de grãos, sendo a melhor densidade populacional para os híbridos avaliados de 60.000 plantas/ha.

Os híbridos HL8810 PRO4 e HL1442 VIP3 destacaram-se consistentemente quanto à massa de espiga, comprimento de espiga, diâmetro da espiga, número de grãos por fileira, número de fileira de grãos, correlacionando positivamente com a produtividade de massa verde e de grãos.

REFERÊNCIAS

- Araújo, E. O.; Santos, J. C.; Catânio, J. V. F.; Emerick, L. M.; Gomes, R. S.; Freitas, D. S.; Satilho, B. C. **Yield and chemical composition of silage produced by different corn hybrids**. Revista Brasileira de Milho e Sorgo, v. 24, p. 1-18, 2025. <https://doi.org/10.18512/rbms2025v24e1352>
- Araújo, E. O.; Molina, L. R. S.; Fabiciack, V. V.; Catânio, J. V. F.; Emerick, L. M.; Silva, J. W. F. da; Guimarães, E. G.; Pereira, T. O. de C. **Produtividade e composição nutricional da forragem produzida por híbridos de milho**. Caderno Pedagógico, v. 21, e9174, 2024a. <https://doi.org/10.54033/cadpedv21n10-172>
- Araújo, E. O.; Molina, L. R. S.; Catânio, J. V. F.; Emerick, L. M.; Silva, J. W. F. da; Silveira, M. V. da; Fabiciack, V. V.; Silva, E. M. F. **Composição bromatológica e produtividade de híbridos de milho cultivados sob níveis crescentes de adubação nitrogenada**. Caderno Pedagógico, v. 21, e9187, 2024b. <https://doi.org/10.54033/cadpedv21n10-177>
- Araújo, E. O.; Emerick, L. M.; Catânio, J. V. F.; Freitas, D. S.; Moreira, A. O.; Silva, F. S.; Ribeiro, J. S. **Agronomic performance and chemical composition of silage from corn hybrids grown in southern Rondonia**. Research, Society and Development, v. 10, e320101220572, 2021. <https://doi.org/10.33448/rsd-v10i12.20572>
- Argenta, G.; Silva, P. R. F.; Bortolini, C. G. **Clorofila na folha como indicador do nível de nitrogênio em cereais**. Ciência Rural, v. 31, p. 715-722, 2001. <https://doi.org/10.1590/S0103-84782001000400027>
- Beck, H. E.; Zimmermann, N. E.; McVicar, T. R.; Vergopolan, N.; Berg, A.; Wood, E. F. **Present and future Köppen-Geiger climate classification maps at 1-km**

resolution. Scientific Data, v. 5, n. 180214, 2018. doi: 10.1038/s41597-020-00616-w

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análises de sementes.** Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Brasília: MAPA/ACS, 2009, 399p. Disponível em https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/insumos-agropecuarios/arquivos-publicacoes-insumos/2946_regras_analise_sementes.pdf. Acesso em 01 abri. 2025.

Brito, A. A.; Silveira, M. V.; Araújo, E. O.; Silva, J. W. F. **Características agronômicas de híbridos de milho silageiros cultivados na região sul de Rondônia.** Brazilian Journal of Animal and Environmental Research, v. 7, e75777, 2024. <https://doi.org/10.34188/bjaerv7n4-127>

Brondani, M. S.; Basso, C. J.; Soares, E. F.; Sangiovo, M. J. R.; Leandro, E. V. S.; Gaviraghi, L.; Farias, M. S.; Santi, A. L. **Impacto da inoculação com Azospirillum brasilense associado a fontes de nitrogênio na cultura do milho.** Revista de Ciências Agrárias, n.44, p.31-40, 2021. <https://doi.org/10.19084/rca.25241>

CONAB. **Acompanhamento da Safra Brasileira de Grãos 2024/2025: décimo primeiro levantamento, agosto/2025.** Brasília, CONAB, v. 12, n. 11, 123 p. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos>. Acesso em: 25 ago. 2025.

Cazarim, P. H.; Shimizu, G. D.; Fantin, L. H.; Silva, M. A. A.; Zucarelli, C. **Grain yield performance of corn in different plant arrangements.** Revista Caatinga, v. 36, p. 532- 542, 2023. <http://dx.doi.org/10.1590/1983-21252023v36n306rc>

Faco, D. B.; Hammerschmitt, R. K.; Da Silva, I. C. B.; Somavilla, A.; Semler, T.; Rech, J. Silva, G. A.; Saff. H. D. M.; Melo, L. P.; **Desempenho agrônômico de híbridos de milho cultivados em diferentes populações de plantas na safra 2023/2024.** Boletim Técnico, n.5, p.1-9, 2024. Disponível em: <https://aprosoja.com.br/storage/arquivos/4/250724171200.pdf>. Acesso em: 25 ago. 2025.

Faria, I. K. P. de; Vieira, J. L. V.; Tenelli, S.; Almeida, R. E. M. de; Campos, L. J. M.; Costa, R. V. da; Zavaschi, E.; Almeida, R. F. de; Carneiro, L. de M. e S.; Otto, R. **Optimal plant density and nitrogen rates for improving off-season corn yields in Brazil.** Scientia Agricola, v.76, p.344-352, 2019. <http://dx.doi.org/10.1590/1678-992X-2017-0295>

Ferreira, D. F. **Sisvar: a computer analysis system to fixed effects split plot type designs.** Brazilian Journal of Biometrics, v. 37, p. 529-535, 2019. <https://doi.org/10.28951/rbb.v37i4.450>

Fernandes, M. M.; Barreira, R. Q.; Barbosa, V.S. **Avaliação de caracteres agrônômicos em genótipos de milho (*Zea mays* L.) Safrinha em área agrícola da Amazônia no município de Conceição do Araguaia-PA.** Revista Observatório de La Economia Latino-americana, v.22, p. 01-16,

2024. <https://doi.org/10.55905/oelv22n2-020>

Friedrich, E. D.; Ribeiro, B. S. M. R.; Inklman, V. B.; Pilecco, I. B.; Streck, N. A.; Bortoluzzi, M. P.; Nied, A. H.; Zanon, A. J. **Agronomic optimal plant density for corn in subtropical environments**. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v.57, e02963, 2022. <https://doi.org/10.1590/S1678-3921>

Hoang, N. T.; Kanemoto, K. **Mapping the deforestation footprint of nations reveals growing threat to tropical forests**. Nature Ecology and Evolution, v.5, p.845-853, 2021. <https://doi.org/10.1038/s41559-021-01417-z>

Kappes, C.; Arf, O.; Dal Bem, E. A.; Portugal, J.R.; Gonzaga, A. R. **Manejo de nitrogênio em cobertura na cultura do milho em sistema plantio direto**. Revista Brasileira de Milho e Sorgo, v.13, p. 201-217, 2014. <https://doi.org/10.18512/1980-6477/rbms.v13n2p201-217>

Lana, M.C.; Rampim, L.; Ohland, T.; Fávaro, F. **Spacing, population density and nitrogen fertilization in corn grown in an Oxisoil**. Revista Ceres, v. 61, p. 424-433, 2014. <https://doi.org/10.1590/S0034-737X2014000300018>

Liu, G.; Hou, P.; Xie, R.; Ming, B.; Wang, K.; Xu, W.; Liu, W.; Yang, Y.; Li, S. **Canopy characteristics of high-yield maize with yield potential of 22.5 Mg ha⁻¹**. Field Crops Research, v.213, p.221-230, 2017. <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2017.08.011>

Malavolta, E.; Vitti, G. C.; Oliveira, S. A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. 2nd ed. Piracicaba: Potafós, 1997. 390 p.

Neumamm, E.; Baldissera, E.; Horts, E. H.; Cristo, F. B.; Gomes, R. R.; Giacomet, J. A. A.; Lenke, L. A.; Rosa, E. S. B.; Ferreira, B. P. **A comparison of the dry matter yield and nutritional value of different corn hybrids for silage production**. Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia, v.76, e13212, 2024. <http://dx.doi.org/10.1590/1678-4162-13212>

Ormond, A. T. S.; Noronha, R. H. F.; Brito, L. V.; Lacerda, S. M.; Furlani, C. E. A.; Brandão, F. J. B. **Arrangements population and row spacing in the development of corn**. Revista Brasileira de Milho e Sorgo, v. 23, e1292, 2024. <https://doi.org/10.18512/rbms2024v23e1292>

Piazzoli, D.; Sapucay, M. J. L.; Prando, A. M; Oliveira Junior, J. A.; Zucareli, C. **Plant density and nitrogen topdressing of high-altitude main-season corn**. Semina: Ciências Agrárias, v. 42, p. 2651–2668, 2021. <https://doi.org/10.5433/1679-0359.2021v42n5p2651>

Rego, M. S.; Zuffo, A. M.; Grespan, D. S.; Barrozo, L. M.; Dos Santos, J. C.; Zanatta, T. S. C.; Silva, F. C. S.; Fontes, L. O.; Fonseca, W. L. **Desempenho agrônômico de cultivares de milho segunda safra em Balsas-MA**. DELOS: Desarrollo Local Sostenible, v.16, p. 620-633, 2023. <https://ojs.revistadelos.com/ojs/index.php/delos/article/view/836/760>

Resende, A. V.; Borghi, E.; Gontijo Neto, M. M.; Santos, F. C.; Coelho, A. M.; Simão,

E. P. **Nutrição e adubação da cultura do milho.** In: Prado, R. M., Campos, C.N.S. **Nutrição e adubação de grandes culturas.** FCAV, 2018. p.253-274.

Ritchie, S. W.; Hanway, J. J.; Benson, G. O. **How a corn plant develops.** Iowa State University Coop. Extension Service Special Report, v. 48, p. 21, 1993.

Rizzo, G.; Monzon, J. P.; Tenorio, F. A.; Howard, R.; Cassman, K. G.; Grassini, P. **Climate and agronomy, not genetics, underpin recent maize yield gains in favorable environments.** Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America, v.119, e2113629119, 2022. <https://doi.org/10.1073/pnas.2113629119>

Rocha, R. N. C.; Galvão, J. C. C.; Teixeira, P. C.; Miranda, G. V.; Agnes, E. L.; Pereira, P. R. G.; Leite, U. T. **Relação do índice SPAD determinado pelo clorofilometro com o teor de nitrogênio na folha e rendimento de grãos em três genótipos de milho.** Revista Brasileira de Milho e Sorgo, v.4, p.161-171, 2005. <https://doi.org/10.18512/1980-6477/rbms.v4n02p%25p>

Santos, H. G. D.; Jacomine, P. K. T.; Anjos, L. H. C.; Lumbrreras, J. F.; Coelho, M. R.; Almeida, J. A.; Araújo Filho, J. C.; Oliveira, J. B.; Cunha, T. J. F. **Sistema brasileiro de classificação de solos.** 5. ed. Brasília: EMBRAPA, 2018.

Sangoi, L.; Schimitt, A.; Durli, M. M.; Leolato, L. S.; Coelho, A. E.; Kuneski, H. F.; Oliveira, V. L. **Estratégias de manejo do arranjo de plantas visando otimizar a produtividade de grãos do milho.** Revista Brasileira de Milho e Sorgo, v. 18, p. 47-60, 2019.

Serpa, A. H.; Mendes, M. C.; Faria, M. F.; Ávila, F. W.; Szeuczuki, K.; Albuquerque, C. J. B. **Nitrogen as top-dressing and sowing densities on agronomic characteristics of maize crop.** Revista Brasileira Engenharia Agrícola e Ambiental, v.21, p.703-708, 2017. <http://dx.doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v21n10p703-708>

Souza, J. K. M.; Araújo, E. O.; Silva, J. W. F.; Guimarães, E. G.; Molina, L. R. S.; Silva, E. M. F. **Comparação do rendimento de grãos de diferentes híbridos de milho cultivado na transição cerrado-amazônia.** Revista de Biologia e Ciências da Terra, n.2, v.26, p.74-84, 2025. <https://revistabioterra.blogspot.com/p/bioterra-volume-26-n1-e-n2.html>

Schwalbert, R.; Amado, T. J. C.; Horbe, T. A. N.; Stefanello, L. O.; Assefa, Y.; Prasad, P. V. V.; Rice, C. W.; Ciampitti, I. A. **Corn yield response to plant density and nitrogen: spatial models and yield distribution.** Agronomy Journal, v.110, p.970-982, 2018. <https://doi.org/10.2134/agronj2017.07.0425>

Taiz, L.; Zeiger, E. **Fisiologia vegetal.** (6nd ed.) Porto Alegre, RS: Artmed, 2017, 888p.

Zhang, M.; Chen, T.; Feng, X.; Cao, T.; Qian, C.; Deng, A.; Song, Z.; Zhang, W. **How plant density affects maize spike differentiation, kernel set, and grain yield formation in Northeast China?** Journal of Integrative Agriculture, v.17, p.

1745-1757, 2018. [https://doi.org/10.1016/S2095-3119\(17\)61877-X](https://doi.org/10.1016/S2095-3119(17)61877-X)