

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ

LUÍS EDUARDO STADNIK

**POPULAÇÃO DE PLANTAS E NÍVEIS DE NITROGÊNIO PARA PRODUÇÃO
DE SILAGEM DE MILHO NA SEGUNDA SAFRA**

PATO BRANCO

2023

LUÍS EDUARDO STADNIK

**POPULAÇÃO DE PLANTAS E NÍVEIS DE NITROGÊNIO PARA PRODUÇÃO
DE SILAGEM DE MILHO NA SEGUNDA SAFRA**

**Plant population and nitrogen levels for corn silage production in the
second harvest**

Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação apresentado como requisito para obtenção do título de Bacharel em Agronomia do Curso de Bacharelado em Agronomia da Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

Orientador: Regis Luis Missio, Prof. Dr.

Coorientador: Lisiane Fernandes Soares, Prof.^a
Dr.^a

PATO BRANCO

2023



[4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)

Esta licença permite compartilhamento, remixe, adaptação e criação a partir do trabalho, mesmo para fins comerciais, desde que sejam atribuídos créditos ao(s) autor(es). Conteúdos elaborados por terceiros, citados e referenciados nesta obra não são cobertos pela licença.

LUÍS EDUARDO STADNIK

**POPULAÇÃO DE PLANTAS E NÍVEIS DE NITROGÊNIO PARA PRODUÇÃO
DE SILAGEM DE MILHO NA SEGUNDA SAFRA**

Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação
apresentado como requisito para obtenção do
título de Bacharel em Agronomia do Curso de
Bacharelado em Agronomia da Universidade
Tecnológica Federal do Paraná.

Data de aprovação: 02/junho/2023

Regis Luis Missio
Doutorado em Zootecnia
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Lisiane Fernandes Soares
Doutorado em Zootecnia
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Denise Adelaide Gomes Elejalde
Doutorado em Zootecnia
Universidade Federal do Rio Grande do Sul

PATO BRANCO
2023

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus e Nossa Senhora Aparecida!

Certamente estes parágrafos não irão atender a todas as pessoas que fizeram parte dessa importante fase de minha vida. Portanto, desde já peço desculpas àquelas que não estão presentes entre essas palavras, mas elas podem estar certas que fazem parte do meu pensamento e estão guardadas em meu coração. A minha eterna gratidão a vocês.

Quero aqui agradecer aos meus Pais por todos os ensinamentos que a mim foram repassados desde pequeno, obrigado pelo apoio e carinho de sempre.

Agradeço a minha Irmã por sempre estar do meu lado independente da situação, sempre me dando forças e coragem para seguir em busca dos meus sonhos.

Agradeço a minha namorada por estar sempre junto comigo em todos os momentos, não medindo esforços para me ajudar e sempre me dando todo o apoio e incentivo necessário nas vezes que pensei em desistir, obrigado por ser a minha companheira e por sempre seguir firme comigo na busca insana pelos nossos maiores objetivos de vida.

Agradeço ao meu professor e orientador Regis Luis Missio que além de um excelente professor é um grande amigo que a faculdade me trouxe, obrigado pela paciência que teve comigo neste período em que trabalhamos juntos e por fazer parte deste momento tão importante na minha vida.

Agradeço ao Pedro Rodolfo Nielsen Filho pela amizade e companheirismo no período em que trabalhamos juntos. Me sinto feliz por ter tido a oportunidade de te auxiliar na realização do teu trabalho e obrigado por devolver a ajuda no meu trabalho. Você é um cara muito 10 e que merece o mundo!

Agradeço também ao Professor Igor Kieling Severo por ter sido sempre atencioso e prestativo nos momentos de preocupação e por estar sempre disposto quando precisei de ajuda.

Ao Laboratório de Solos LABSOLOS e à Central de Análises da UTFPR-PB.

Enfim, a todos os que por algum motivo contribuíram para que este momento fosse possível.

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi avaliar a produção da silagem de milho através de diferentes populações de plantas (69.000, 79.000 e 93.000 plantas/ha) quando submetidas a diferentes doses de nitrogênio (150 e 250 kg/ha) na segunda safra. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso (DBA) com os tratamentos em arranjo fatorial 2x3 (duas doses de nitrogênio e três populações de plantas), utilizando 24 repetições de área. A semeadura ocorreu no dia 17 de fevereiro de 2022. A área experimental apresentou uma área de 968 m², em que as parcelas apresentaram 5 metros de comprimento por 3,15 de largura, totalizando 15,75 m² cada. Foi avaliada a produção de forragem, o estande de plantas, as medidas biométricas, os componentes morfológicos e os componentes de rendimento das plantas. A colheita das plantas foi realizada na transição do estágio de grão leitoso para o estágio de grão farináceo duro (30 a 35% de matéria seca). A densidade de plantas não influenciou ($P>0,05$) as medidas biométricas, os componentes de rendimento e os componentes morfológicos das plantas de milho. A produção de forragem foi maior ($P<0,05$) para a população de plantas de 93.000 plantas/ha. As doses de Nitrogênio não influenciaram ($P>0,05$) as variáveis avaliadas, exceto a proporção de folhas que se sobre-saiu na dose de 250 Kg de N/ha. Foi verificada interação entre população de plantas e doses de nitrogênio para a proporção de plantas com sintomas do complexo de enfezamento, que foi menor na combinação entre maior população de plantas e dose de nitrogênio em relação a combinação com menor população e dose de nitrogênio. O aumento da população de plantas de milho pode ser uma estratégia viável para elevar a produção de silagem de milho na segunda safra no Sudoeste do Paraná.

Palavras-chave: milho; cigarrinha (inseto); forragem.

ABSTRACT

The objective of this work was to evaluate the corn silage production through different populations of plants (69.000, 79.000 and 93.000 plants/ha) when submitted to different doses of nitrogen (150 and 250 kg/ha) in the second harvest. The experimental design used was randomized blocks (DBA) with treatments in a 2x3 factorial arrangement (two nitrogen doses and three plant populations), using 24 area replications. Sowing took place on February 17, 2022. The experimental area had an area of 968 m², in which the plots were 5 meters long by 3.15 meters wide, totaling 15.75 m² each. Forage production, plant stand, biometric measurements, morphological components and plant yield components were evaluated. The plants were harvested in the transition from the milky grain stage to the hard mealy grain stage (30 to 35% of dry matter). Plant density did not influence ($P>0.05$) biometric measurements, yield components and morphological components of corn plants. Forage production was higher ($P<0.05$) for the plant population of 93.000 plants/ha. Nitrogen doses did not influence ($P>0.05$) the evaluated variables, except for the proportion of leaves that excelled at the dose of 250 Kg of N/ha. An interaction between plant population and nitrogen doses was verified for the proportion of plants with stunting complex symptoms, which was lower in the combination between higher plant population and nitrogen dose in relation to the combination with lower population and nitrogen dose. The increase in the population of corn plants can be a viable strategy to increase the production of corn silage in the second harvest in the Southwest of Paraná.

Keywords: corn; sharpshooter (insect); forage.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Produção de matéria seca, componentes morfológicos e de rendimento do milho safrinha cultivado com diferentes populações de plantas e doses de nitrogênio	16
Tabela 2 – Desdobramento da interação para a proporção de plantas com sintomas do complexo de enfezamento do milho para silagem cultivado com diferentes populações de plantas e níveis de adubação nitrogenada de cobertura	18

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	7
1.1	Objetivos	8
1.1.1	Objetivo Geral	8
1.1.2	Objetivos Específicos	8
2	REFERENCIAL TEÓRICO	9
2.1	Épocas de semeadura	9
2.2	Densidade Populacional	9
2.3	Produção da silagem	10
2.4	Escolha do material	11
2.5	Importância do Nitrogênio	11
3	MATERIAIS E MÉTODOS	13
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	16
5	CONCLUSÕES	19
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS	20
	REFERÊNCIAS	21

1 INTRODUÇÃO

O milho (*Zea mays* L.) pertencente à família Poaceae é um dos cereais mais cultivados no mundo, o qual tem seu principal uso voltado para a alimentação humana, animal e indústria. Com mais de 100 milhões de toneladas produzidas, o Brasil ocupa o terceiro lugar no ranking mundial de produtores de milho, atrás apenas da China e dos Estados Unidos. Ainda segundo a Companhia Nacional de Abastecimento, a produção estimada de milho no território nacional em 2021 foi acima de 108 milhões de toneladas em uma área de 19,4 milhões de hectares. Em comparação com a safra brasileira de 2020, é possível afirmar que houve um aumento da área plantada bem como um aumento de produção para a cultura, onde anteriormente estava na casa de 100 milhões de toneladas em 17,5 milhões de hectares (CONAB, 2020).

A produção de silagem é um dos principais objetivos da produção de milho no Brasil, visto que, a planta do milho é muito recomendada para este fim, pois é uma planta que possui um alto potencial de produção de matéria verde por hectare, além de características qualitativas e quantitativas que resultam em um aumento do desempenho animal quando adequadamente produzida. Mais de 1,5 milhões de hectares de milho são destinados para a produção de silagem no Brasil, que resulta em uma produção total de mais de 210 Milhões de toneladas de massa verde (CONAB, 2020).

A capacidade produtiva do milho para silagem está relacionada às características da planta, como ciclo, altura e arquitetura, e ao ambiente, como condições edafoclimáticas, densidade de plantas, época de corte e tratamentos culturais (CRUZ; PEREIRA FILHO; GONTIJO NETO, 2022). A forma como a radiação solar é interceptada pelas plantas é fundamental para a eficiência da fotossíntese e produção de matéria seca, em que fatores como arquitetura foliar, densidade de plantas e espaçamento entre linhas, afetam a distribuição do dossel e, consequentemente, o uso eficiente da radiação (STEWART *et al.*, 2003). O arranjo espacial afeta o crescimento, a partição de foto-assimilados e a produtividade de grãos, portanto, é fundamental a correta distribuição de plantas na área (ALMEIDA *et al.*, 2000). A melhoria na interceptação da radiação pode maximizar a eficiência fotossintética de uma cultura e incrementar o rendimento produtivo (AO; BRASIL; XIMENES, 2006). Entretanto, a elevação da produtividade via aumento da densidade de plantas de milho deve levar em consideração fatores como época de semeadura, capacidade de investimento, espaçamento entre linhas, fertilidade do solo, disponibilidade hídrica, cultivar e local de implantação (SILVA *et al.*, 2010).

Os avanços genéticos com a seleção de materiais de ciclo curto, mais produtivos e com melhor arquitetura foliar, requerem validações de manejos para as diferentes regiões de cultivo, tal como a adequação de seu posicionamento nas janelas produtivas e a adequação de investimentos em adubação, especialmente no que se refere à adubação nitrogenada. Dentre todos os nutrientes fundamentais para sanidade e produtividade da planta, o nitrogênio possui papel de destaque, pois é um dos elementos minerais requeridos em maior quantidade pelas plantas e o que mais limita o crescimento. Este mineral ainda faz parte de proteínas, ácidos

nucléicos e muitos outros importantes constituintes celulares, incluindo membranas e diversos hormônios vegetais. Entretanto, as respostas produtivas encontradas sob diferentes níveis de adubação nitrogenada são bastante variáveis, isto porque, cada genótipo possui uma exigência e responde de forma diferenciada ao incremento do nitrogênio (NEUMANN *et al.*, 2017a). Soma-se a isso o reduzido número de estudos realizados com intuito de avaliar os aspectos de manejo da cultura do milho sobre a produção e qualidade da silagem (SKONIESKI *et al.*, 2014).

1.1 Objetivos

1.1.1 Objetivo Geral

Avaliar a influência de diferentes populações de plantas e doses de nitrogênio para a produção de silagem de milho safrinha.

1.1.2 Objetivos Específicos

- Avaliar a produção de forragem da cultura do milho
- Avaliar os componentes de rendimentos da cultura do milho.
- Avaliar as características biométricas e componentes morfológicos das plantas de milho.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Épocas de semeadura

Para que a cultura do milho cresça e se desenvolva adequadamente, é necessário que se tenha condições ideais e favoráveis para isso, visto que as plantas requerem condições climáticas adequadas, as quais tem influência direta em todos os seus processos fisiológicos. Dentre as condições climáticas ideais podemos mencionar a disponibilidade de água no meio, bem como a temperatura (SILVA *et al.*, 2019).

As diferentes épocas de semeadura apresentam diferentes períodos e parâmetros meteorológicos em relação ao crescimento e desenvolvimento das plantas, o que influencia diretamente no rendimento e produtividade final (SANGOI *et al.*, 2019). O cultivo do milho é afetado diretamente pelo período de semeadura escolhido e pelos cuidados dispensados à cultura. Esses dois fatores interferem na produção de matéria seca, interceptação de radiação solar, fotossimilação e, conseqüentemente na produção de forragem e grãos (ARGENTA *et al.*, 2001).

A definição de época de semeadura mais adequada, será aquela que assegure que os estágios de desenvolvimento da planta coincidam com os períodos em que os fatores ambientais sejam favoráveis (CRUZ *et al.*, 2022). O Brasil apresenta características de climas favoráveis para o cultivo do milho, as quais permitem que sejam realizadas duas safras em um mesmo ano agrícola, que são: a safra, onde ocorre a semeadura entre os meses de setembro e novembro, e a safrinha, onde a semeadura ocorre entre Janeiro e Fevereiro (CRUZ *et al.*, 2010).

A primeira safra é a melhor época para a semeadura, pois o clima é mais propício ao crescimento das plantas. Entretanto, a produção de milho na época da safra principal vem diminuindo, o que está associado ao cultivo da soja no verão e do milho na safrinha (BATTISTI *et al.*, 2020).

2.2 Densidade Populacional

A densidade populacional é um dos componentes do manejo cultural que tem impacto significativo na produtividade do milho, pois pequenas mudanças na população resultam em mudanças relativamente grandes na produtividade final (SILVA *et al.*, 2019). Nesse ambiente, o desempenho agrícola do milho está indissociavelmente ligado ao estabelecimento da cultura (PIANA; VIEIRA, 2008). Quando as plantas são distribuídas corretamente na área há um melhor aproveitamento dos recursos disponíveis, tais como, menor competição entre as plantas por luz, água e nutrientes (JOHNSON; HOVERSTAD; GREENWALD, 1998). O melhor uso desses recursos é de fundamental importância para a obtenção de altos lucros, pois permite uma maior expressão do potencial produtivo da cultura. Entretanto, o melhor arranjo para a cultura varia de acordo com as condições de trabalho, disponibilidade hídrica, disponibilidade de luz e

fertilidade do solo (PENARIOL *et al.*, 2003). A escolha do arranjo espacial é uma das práticas mais essenciais utilizadas na produção de altos rendimentos na cultura do milho (ALMEIDA *et al.*, 2000).

Quando se altera a população de plantas se têm uma influencia direta no estabelecimento e rendimento da cultura, uma vez que por menores que sejam estas alterações pode ocorrer um impacto significativo na produtividade final (PIANA; VIEIRA, 2008). A adoção de baixas densidades de plantas reduz significativamente o uso da radiação incidente na lavoura, o que conseqüentemente reduz a produtividade e, além do mais, promove a competição com plantas daninhas (BALBINOT JUNIOR; VOGT; TREZZI, 2011). Por outro lado, populações de plantas densas podem levar à competição intraespecífica por nutrientes, redução da fotossíntese e redução da foto assimilação (AO; BRASIL; XIMENES, 2006). Além disso, um aumento na densidade de plantas pode levar a alterações na arquitetura foliar, como o alongamento dos entrenós, que resulta em colmos mais compactos e menores, bem como aumento da dominância apical e maior altitude na inserção das espigas favorecendo o acamamento das plantas (PENARIOL *et al.*, 2003). O aumento demasiado na população de plantas pode também resultar em um aumento da senescência foliar, bem como diminuir a eficiência da fotossíntese (ANDRADE; OTEGUI; VEGA, 2000).

Para aumentar a produtividade com o aumento da densidade das plantas de milho, fatores como semeadura, capacidade de investimento, espaçamento entre linhas, fertilidade do solo, rusticidade, cultivo e local de plantio devem ser levados em consideração (SILVA *et al.*, 2010). Aumentos de produtividade na cultura do milho podem ser obtidos mais facilmente utilizando híbridos com alto potencial produtivo, cultivados sem restrições edafoclimáticas, com menor espaçamento, maior amplitude térmica e radiação mais prontamente disponível. Ao trabalhar com altas densidades e espaçamento limitado, a maximização da produtividade se trata apenas de uma estratégia de manejo eficaz na ausência de restrições hídricas e edáficas (PIANA; VIEIRA, 2008).

2.3 Produção da silagem

O milho e o sorgo se destacam na produção de volumoso em forma de silagem para compensar a escassez de pasto causada por condições frias e/ou secas em determinadas épocas do ano (CRUZ, 1998). Dentre as mais variadas características que uma variedade de milho pode ter, algumas delas são de fundamental importância quando se tem por finalidade a produção de silagem, tais como: alta produção de matéria seca, elevadas concentrações de energia e que possua uma alta digestibilidade. Estas características apresentam vantagem em relação a nutrição animal, pois haverá uma maior aceitação pelos animais bem como haverá um melhor desempenho e aproveitamento, conseqüentemente uma redução no uso de concentrados nas dietas (OLIVEIRA *et al.*, 1999).

A produção de forragens conservadas tem por objetivo produzir uma elevada quantidade de forragem de boa qualidade com um menor custo por tonelada possível (OLIVEIRA *et al.*, 1999). A boa qualidade na produção de forragens conservadas vai gerar uma redução de custos na alimentação dos animais, visto que estes necessitarão de menores quantidades de concentrado em suas dietas, pois a forragem conservada já eleva o fornecimento de nutrientes exigidos pelo animal e supre a necessidade do mesmo (OLIVEIRA; SOUZA SOBRINHO, 2007).

2.4 Escolha do material

Nos anos de 2016/2017 o Brasil possuía no mercado mais de 400 cultivares de milho, onde 156 destes era utilizados na produção da silagem por apresentarem ciclos distintos, tolerância a pragas e doenças, adaptabilidade para com os locais de posicionamento, condições de ambiente e principalmente as práticas de manejo empregadas (PEREIRA FILHO; BORGHI, 2016). Alguns híbridos que normalmente são utilizados na produção de grãos, são recomendados para a produção de silagem, embora algumas das características não são as mesmas para a produção forrageira (NEUMANN *et al.*, 2018).

Um híbrido recomendável na produção da silagem de milho deve apresentar uma alta produção de forragem e uma alta concentração de grãos na silagem (massa ensilada) (ZOPOLLATTO, 2007). Dentre as condições que tem mais influência sobre a produção agrícola, a radiação solar é a que mais se destaca, pois a eficiência de seu uso pelas culturas é baixa. A eficiência fotossintética está intimamente relacionada à taxa de interceptação da radiação solar, que é diretamente influenciada pela arquitetura e densidade do dossel forrageiro (STRIEDER *et al.*, 2008).

De acordo com Gallo *et al.* (1992), quando se tem a ausência de estresse biótico ou abiótico, um dos fatores determinantes da produtividade e rendimento da cultura é a área foliar. Desta forma, quando houver um incremento da quantidade de energia no dossel da planta haverá um aumento na produção de forragem e grãos, pois com isso terá um aumento da superfície foliar em uma determinada área do solo. O uso eficiente da radiação pelas plantas forrageiras é determinado pelo arranjo, pela densidade e pela arquitetura das folhas das plantas, todos os quais têm um impacto significativo no rendimento das culturas. Já características como altura, índice de área foliar, ângulo e orientação das folhas determinam a arquitetura da planta, o que influencia diretamente na disposição do dossel do milho.

2.5 Importância do Nitrogênio

O nitrogênio tem um papel fundamental no crescimento e desenvolvimento da planta, pois atua no metabolismo vegetal e influencia na qualidade e quantidade de silagem produzida. Este nutriente pode ser fornecido às plantas por meio de fontes minerais, fontes orgânica ou Fi-

xação biológica de nitrogênio através de plantas leguminosas incluídas no sistema (ROBERTO; SILVA; LOBATO, 2010).

Dentre todos os nutrientes essenciais para a sanidade e produtividade da cultura do milho, o nitrogênio é um dos nutrientes que se destaca por ser o mineral mais abundante e requerido pelas plantas e o que mais limita o seu crescimento. Este mineral é encontrado em proteínas, ácidos nucléicos e numa variedade de outros constituintes celulares, como membranas e hormônios vegetais (NEUMANN *et al.*, 2017a).

O fornecimento do nitrogênio em especial para a cultura do milho é feito principalmente por meio da matéria orgânica, onde o mesmo se incorpora no material vegetal durante todo o ciclo de vida da cultura antecessora e fica pré-disposto para a cultura sucessora. Porém, o nitrogênio pode estar sendo disponibilizado por meio da utilização de fertilizantes orgânicos e minerais bem como pela fixação biológica por meio da bactéria *Azospirillum* ssp. A inoculação das sementes de milho com a bactéria *Azospirillum brasilense* vem ganhando grande força e destaque em razão das inúmeras vantagens apresentadas quando comparado com a adubação mineral. Isso se dá pelo fato de não existirem perdas do N fixado, como ocorre com os fertilizantes minerais. Portanto isso gera melhor aproveitamento deste nitrogênio pelas plantas (SOARES, 2009).

Quando Araujo *et al.* (2017) avaliaram diferentes doses de nitrogênio na cultura do milho, constataram que quando foram aumentadas as dosagens de nitrogênio, aumentou o rendimento de Matéria Seca do milho e a produtividade de grãos, sendo que a dose de 240 kg/ha de N foi a que proporcionou o maior rendimento. No entanto, as respostas produtivas observadas em vários níveis de ajuste de nitrogênio são altamente variáveis, isto porque cada genótipo tem o seu próprio conjunto de requisitos e difere de acordo com a incrementação do nitrogênio (NEUMANN *et al.*, 2017a).

3 MATERIAIS E MÉTODOS

O experimento foi realizado no campo experimental da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR Campus Pato Branco, local este que apresenta coordenadas de 26°10'30.8"S e 52°41'20.1"W e uma altitude média de 760 metros. De acordo com EMBRAPA (2006) o local apresenta um solo classificado como Latossolo Vermelho Distroférico, com uma declividade média de 3%. O clima da região de acordo com a classificação de Köopen se caracteriza como Cfa (Clima Subtropical Úmido) (MAACK, 1968).

O delineamento experimental utilizado foi o delineamento de blocos ao acaso (DBA), o qual contou com tratamentos em arranjo fatorial de 2x3 que são duas doses de nitrogênio e três populações de plantas. Nesse experimento foi avaliado as doses de nitrogênio de 150 e 250 Kg/ha e densidades de 69.000, 79.000 e 93.000 plantas/ha na safrinha. O campo experimental contou com 24 parcelas de 5 metros de comprimento por 3,15 de largura, ou seja, 15,75 m², as parcelas tiveram um espaçamento de 60 centímetros entre si, e 1 metro de espaçamento entre blocos. Em cada parcela foram avaliadas as 3 linhas centrais dispensando as duas linhas das extremidades, as quais serviram de bordadura. Nos arredores do experimento foi implantado uma bordadura com 7 linhas tendo como população 90.000 plantas/ha. O plantio foi realizado no dia 17 de fevereiro de 2022 e foi utilizado um híbrido resistente ao glifosato.

O híbrido de milho utilizado no experimento foi o B2410 desenvolvido pela Brevant sementes é um híbrido de ciclo superprecoce que pode apresentar plantas de até 2 metros de altura e inserção da primeira espiga em 1 metro de altura. Como ponto forte, este híbrido apresenta uma alta estabilidade produtiva e é recomendado para lavouras de médio a alto investimento.

A semeadura do milho ocorreu de forma manual com a utilização de matracas equipadas com espaçador, onde foi utilizado a plantadeira apenas para realizar os riscos no solo com os discos para facilitar a realização de um plantio reto. Foi utilizando duas sementes por cova (profundidade de 3 a 4 cm). O desbaste das plantas foi realizado após 15 dias da emergência, mantendo-se uma planta por cova.

A semeadura do milho ocorreu em sucessão à cultura de milheto (*Pennisetum glaucum*), dessecada com antecedência de 30 dias. As dessecações foram realizadas com glifosato (3 L/ha). Antecedendo a semeadura do milho foi utilizado rolo-faca para processar a palhada.

A adubação de base foi realizada utilizando superfosfato simples, ureia e cloreto de potássio. Para se determinar a quantidade de cada nutriente (NPK) foi interpretada a análise de solo do local através do Manual de Adubação e Calagem Para o Estado do Paraná. Foram utilizados 400 kg de superfosfato simples, 111 kg de ureia e 216 kg de cloreto de potássio, buscando atender a demanda de 80 kg de P₂O₅, 50 kg de N e 130 kg de KCl na semeadura, isso visando uma produtividade de silagem entre 40 e 60 toneladas/ha de forragem verde. Os adubos foram misturados manualmente e incorporados ao solo com auxílio de semeadora-adubadora

antes da semeadura. A adubação de cobertura foi realizada entre os estádios V4 e V8, utilizando as doses de 100 e 200 kg de N/ha na forma de ureia (50 kg de N foram aplicados na base).

O controle de plantas daninhas foi realizado utilizando-se glifosato na dose de 3 L/ha, sendo a aplicação calibrada para volume de calda de 200 L/ha. O híbrido de milho utilizado (B2401) possui tecnologia "Roundup Ready" (RR), a qual confere resistência a este herbicida. As plantas daninhas predominantes na área anteriormente à aplicação de herbicida foram o papuã (*Brachiaria plantaginea*), capim pé-de-galinha (*Eleusine indica*) e picão-preto (*Bidens pilosa*).

No experimento foi utilizado o inseticida Engeo Pleno S (Tiametoxan; Lambda-Cialotrina), em três aplicações (250 mL/ha; volume de calda de 200 L/ha), visando a redução da infestação por cigarrinha (*Dalbullos maidis*).

A verificação do estande inicial de plantas foi realizado após o desbaste e o estande final das plantas foi feito antes da colheita. Foram contabilizadas o número de plantas das três linhas centrais de cada parcela, as quais foram utilizadas na obtenção dos resultados. A colheita das plantas foi realizada na transição do estádio de grão leitoso para o estádio de grão farináceo duro, ou seja, que continham de 30 a 35% de matéria seca.

Para realizar a avaliação biométrica foram observadas oito plantas das três linhas centrais de cada parcela, onde foi avaliado altura de plantas bem como a altura de inserção da espiga e o diâmetro do colmo. A altura da planta foi avaliada a partir da utilização de uma régua topográfica onde foi medido desde o solo até o ápice do pendão de cada planta. Já a altura de inserção da espiga foi medida também com a régua topográfica, porém, a medição vai do solo até o pedúnculo floral feminino. E o diâmetro do colmo por sua vez, foi medido por meio da utilização de um paquímetro digital que nos deu as medidas em milímetros. Esta medida se obteve a partir da medição do colo de cada planta, estrutura que se encontra entre o primeiro e o segundo nó da planta.

Após feita a avaliação biométrica, 12 plantas das 3 linhas centrais de cada parcela foram cortadas a 15 cm do solo, onde estas foram pesadas para determinar a produção de forragem. A obtenção do teor de matéria seca foi avaliada a partir de duas amostras de forragens de 300 gramas que foram secas em estufa com circulação de ar forçado em temperatura de 55°C por um período de tempo de 72 horas.

Quatro plantas foram destinadas para a separação morfológica e avaliação dos componentes de rendimento. A separação morfológica consiste em separar as plantas em: colmo + bainha, lâmina foliar, grãos, sabugo e palha. Já para a obtenção dos componentes de rendimento foi avaliado o número de fileiras/espiga, o número de grãos/fileiras e massa de 1000 grãos. Para ambas as avaliações as espigas foram avaliadas de forma individual.

Os dados foram submetidos à análise de normalidade e homogeneidade de variâncias. Depois de satisfeitos esses pressupostos, os dados foram submetidos à análise de variância e as médias foram comparadas pelo teste F (época de plantio e dose de N) e teste Tukey

(densidade de plantas) ($\alpha = 0,05$), utilizando - se o PROC GLM do SAS (*Statistical Analysis System*, versao 9.2).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A produção de matéria seca de silagem aumentou ($P < 0,05$) a medida que a população de plantas foi elevada (Tabela 1). Esses resultados podem ser atribuídos ao aumento da população de plantas por área resultar na maximização do uso da água, absorção de nutrientes e melhora a eficiência fotossintética da cultura (CALONEGO; BORGHI; CRUSCIOL, 2011), bem como pelo efeito de compensação que ocorre em razão do aumento da população de plantas (DOURADO NETO *et al.*, 2003). Esses dados reforçam com os obtidos por Ferreira *et al.* (2014), que avaliaram o efeito de 60, 70, 80 e 90 mil plantas/ha e verificaram elevação linear da produtividade de silagem. Segundo Neumann *et al.* (2017b), o aumento de produtividade de silagem com a elevação da população de plantas ocorre pela melhor eficiência fotossintética da planta devido ao aumento do índice de área foliar, que contribui para o melhor uso da água e nutrientes do solo.

Tabela 1 – Produção de matéria seca, componentes morfológicos e de rendimento do milho safrinha cultivado com diferentes populações de plantas e doses de nitrogênio

Variável	PP			DN		EPM	P - Valor		
	69	79	93	150	250		PP	DN	PP*DN
PMS	11,46	13,00	14,00	12,63	13,00	2,22	0,033	0,776	0,806
Folhas	38,03	38,82	37,41	40,25	35,92	3,20	0,697	0,025	0,758
Grãos	6,55	6,71	7,23	6,29	7,37	2,58	0,905	0,529	0,694
Colmo	30,13	31,11	31,00	29,95	31,53	3,42	0,851	0,466	0,648
S+P	25,29	23,36	24,36	24,53	25,09	3,36	0,739	0,810	0,773
AP	129,15	130,34	137,06	130,00	134,66	22,20	0,621	0,589	0,712
AIE	54,75	55,55	57,95	52,95	59,22	8,84	0,732	0,176	0,174
DC	15,49	12,37	14,66	13,48	14,87	4,48	0,262	0,516	0,791
NFE	11,61	11,42	10,78	11,22	11,32	3,29	0,814	0,947	0,309
NGF	12,11	11,86	12,78	12,53	11,98	4,73	0,924	0,838	0,363
PMG	185,53	145,17	186,11	184,83	199,71	90,30	0,647	0,394	0,689
PCE	87,84	83,54	78,48	84,90	81,67	15,05	0,404	0,613	0,034

¹PMS = Produção de matéria seca. ²S+P = Sabugo + Palha. ³AP = Altura de Planta. ⁴AIE = Altura de Inserção da Espiga. ⁵DC = Diâmetro do Colmo. ⁶NFE = Número de Fileiras por Espiga. ⁷NGF = Número de Grãos por Fileira. ⁸PMG = Peso de Mil Grãos. ⁹PCE = Plantas com Complexo de Enfezamento. ¹⁰PP = População de Plantas. ¹¹DN = Doses de Nitrogênio.

Fonte: Autoria própria (2023).

A composição morfológica das plantas de milho não foi alterada ($P > 0,05$) em decorrência da utilização de diferentes população de plantas (Tabela 1), o que pode ter sido ocasionado pela limitação do desenvolvimento das plantas em razão da estiagem e incidência do complexo de enfezamento do milho. Esses resultados não eram esperados, visto que a elevação da população de plantas tende a elevar a altura e reduzir o diâmetro de colmo em função da competição por luz (CORRÊA, 2018). Segundo Neumann *et al.* (2017b), essa alterações morfológicas podem elevar a proporção das partes mais fibrosas da planta (colmo, palha, sabugo, folhas), o que tende a reduzir a qualidade da silagem em razão do aumento do conteúdo de fibra. A altura de planta, altura de inserção de espiga e diâmetro de colmo não foram influenciados ($P > 0,05$).

pela população de plantas (Tabela 1). Esses resultados foram relacionados com o complexo do enfezamento durante o período experimental, o que limitou o desenvolvimento e área foliar das plantas, reduzindo competição por luminosidade e nutrientes com o aumento da população de plantas de milho. Isso determinou que as plantas apresentassem similar altura e diâmetro de colmo.

Os componentes de rendimento não foram alterados ($P > 0,05$) pelas diferentes populações de plantas. No presente estudo, verificou-se que 83,3% das plantas apresentavam os sintomas do complexo do enfezamento. O complexo de enfezamento tornou-se um ponto importante no trabalho, pois interferiu em todos os resultados obtidos. A sintomatologia desta doença é caracterizada pelo nanismo, clorose, enfezamento, virescência e redução da prolificidade (AMORIM; REZENDE; BERGAMIN FILHO, 2018). Além disso, causa redução da capacidade de absorção de água e nutrientes e, conseqüentemente, redução expressiva da produção de grãos e biomassa (COSTA *et al.*, 2019), o que justifica a similar produção de matéria seca, bem como a similaridade para a composição morfológica das plantas (exceto a proporção de folhas) e componentes de rendimento entre as doses de nitrogênio utilizadas.

A proporção de folhas foi maior ($P < 0,05$) para a menor dose de nitrogênio (Tabela 1), o que não era esperado. O nitrogênio é constituinte básico de aminas, aminoácidos, proteínas e moléculas da clorofila (TAIZ, 2017). A influência do nitrogênio no incremento da fotossíntese e produção de fitomassa é devido a participação deste nutriente na formação da molécula de clorofila e das enzimas PEP e Rubisco, responsáveis pela fixação do CO₂ atmosférico (GUARDA; CAMPOS, 2014). O nitrogênio exerce papel fundamental na formação e composição dos componentes da planta, apresentando estreita relação com a produtividade de grãos e de matéria seca da parte aérea da planta de milho (BASI *et al.*, 2011). Os resultados do presente estudo podem estar associados ao reduzido desenvolvimento das plantas com a menor dose de nitrogênio, fato que pode estar associado à maior incidência do complexo de enfezamento (Tabela 2). Visualmente as plantas deste tratamento estavam menos desenvolvidas, o que implica em menor desenvolvimento do colmo e uma maior proporção de folhas.

Foi verificada interação ($P < 0,05$) entre populações de plantas e dose de nitrogênio para a proporção de plantas com sintomas de enfezamento (Tabela 1). O desdobramento desta interação é apresentado na Tabela 2. Verifica-se que a proporção de plantas com sintomas de enfezamento foi menor na combinação de 93 mil plantas/ha e 250 kg de N/ha em relação à combinação de 69 mil plantas/ha e 150 Kg de N/ha, não sendo verificada diferença para as demais combinações entre estes tratamentos. Esses resultados demonstram que a elevação da população de plantas e das doses de nitrogênio para o cultivo de milho no período safriinha, podem ser utilizados, juntamente com outras tecnologias (híbridos resistentes, utilização de biológicos, etc.), para reduzir a incidência do complexo de enfezamento do milho.

A maior incidência do complexo de enfezamento na menor população de plantas e menor dose de nitrogênio, em relação a maior população de plantas e dose de nitrogênio, pode estar relacionado com a maior susceptibilidade a doenças das plantas com menor adubação, a

Tabela 2 – Desdobramento da interação para a proporção de plantas com sintomas do complexo de enfezamento do milho para silagem cultivado com diferentes populações de plantas e níveis de adubação nitrogenada de cobertura

Dose de N, kg/ha	População de plantas, mil plantas/ha					
	69		79		93	
150	91,80	a	79,60	ab	83,31	ab
250	83,87	ab	87,47	ab	73,65	b

Fonte: Aatoria própria (2023).

diferenças de microclima e incidência de radiação solar no dossel forrageiro pela menor população de plantas e pelo efeito de diluição da população de cigarrinhas nas diferentes populações de plantas (maior número de cigarrinhas/plantas na menor população de plantas).

5 CONCLUSÕES

A elevação da densidade populacional de milho de 69 para 93 mil plantas/ha pode elevar a produção de silagem no período safrinha no Sudoeste do Paraná.

O aumento na população de plantas associado a maior adubação nitrogenada reduz a proporção de plantas de milho com sintomas do complexo de enfezamento.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A elevação da densidade de plantas tem se mostrado como estratégia eficiente para elevação da produção de silagem. A magnitude de aumento da população de plantas vai depender das condições edafoclimáticas, da fertilidade do solo, dos níveis de adubação e da incidência de pragas e doenças. Num cenário de alta incidência de cigarrinha do milho, a elevação da população de plantas parece reduzir a incidência do complexo de enfezamento, o que pode elevar a produção de forragem. Além disso, há indícios de que a maior adubação nitrogenada possibilita maior vigor das plantas e menor incidência do complexo do enfezamento, o que precisa ser melhor estudado.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, M. L. d. *et al.* Incremento na densidade de plantas: uma alternativa para aumentar o rendimento de grãos de milho em regiões de curta estação estival de crescimento. **Ciência Rural**, v. 30, n. 1, p. 23–29, 2000. ISSN 0103-8478. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-84782000000100004&lng=pt&tlng=pt. Acesso em: 11 abr. 2022.
- AMORIM, L.; REZENDE, J. A. M.; BERGAMIN FILHO, A. **Manual de fitopatologia: princípios e conceitos**. 5. ed. [S.l.]: Agronômica Ceres Ltda., 2018. v. 1. Acesso em: 28 maio 2023.
- ANDRADE, F. H.; OTEGUI, M. E.; VEGA, C. Intercepted radiation at flowering and kernel number in maize. **Agronomy Journal**, v. 92, n. 1, p. 92–97, 2000. ISSN 00371912. Disponível em: <http://link.springer.de/link/service/journals/10087/bibs/0092001/00920092.htm>. Acesso em: 09 maio 2022.
- AO, R. L. M.; BRASIL, E. M.; XIMENES, P. A. Interceptação da radiação fotossinteticamente ativa e rendimento de grãos do milho adensado. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 5, n. 2, p. 170–181, 2006. ISSN 19806477. Disponível em: <http://www.bibliotekevirtual.org/index.php/2013-02-07-03-02-35/2013-02-07-03-03-11/1139-rbms/v05n02/11643-interceptacao-da-radiacao-fotossinteticamente-ativa-e-rendimento-de-graos-do-milho-adensado.html>. Acesso em: 11 abr. 2022.
- ARAÚJO, L. D. S. *et al.* Desempenho agrônomo de híbridos de milho na região sudeste de Goiás. **REVISTA AGRO@MBIENTE ON-LINE**, v. 10, n. 4, p. 334–341, 2017. ISSN 1982-8470. Disponível em: <http://revista.ufrr.br/agroambiente/article/view/3334>. Acesso em: 09 maio 2022.
- ARGENTA, G. *et al.* Resposta de híbridos simples de milho à redução do espaçamento entre linhas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 36, n. 1, p. 71–78, 2001. ISSN 0100-204X. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-204X2001000100009&lng=pt&tlng=pt. Acesso em: 09 maio 2022.
- BALBINOT JUNIOR, A. A.; VOGT, G. A.; TREZZI, M. M. Integração de práticas para o manejo de plantas daninhas na cultura do milho. **Scientia Agraria**, v. 12, n. 2, p. 81–87, 2011. ISSN 1983-2443, 1519-1125. Disponível em: <http://revistas.ufpr.br/agraria/article/view/33724>. Acesso em: 09 maio 2022.
- BASI, S. *et al.* Influência da adubação nitrogenada sobre a qualidade da silagem de milho. **Applied Research & Agrotechnology**, v. 4, n. 3, p. 219–234, 2011. ISSN 1984-7548. Number: 3. Disponível em: <https://revistas.unicentro.br/index.php/repaa/article/view/1433>. Acesso em: 12 maio 2022.
- BATTISTI, R. *et al.* Rules for grown soybean-maize cropping system in midwestern Brazil: food production and economic profits. **Agricultural Systems**, v. 182, p. 14, 2020. ISSN 0308521X. Disponível em: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0308521X19315343>. Acesso em: 12 maio 2022.
- CALONEGO, J. C.; BORGHI, E.; CRUSCIOL, C. A. C. Intervalo hídrico ótimo e compactação do solo com cultivo consorciado de milho e braquiária. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 35, n. 6, p. 2183–2190, 2011. ISSN 0100-0683. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-06832011000600033&lng=pt&tlng=pt. Acesso em: 28 maio 2023.

- CONAB. **Portal de Informações Agropecuárias**. 2020. Disponível em: <https://portaldeinformacoes.conab.gov.br>. Acesso em: 12 maio 2022.
- CORRÊA, R. D. G. Direções de semeadura, densidade de plantas e variações na dosagem de sementes na produtividade do milho. p. 56, 2018. Acesso em: 23 maio 2023.
- COSTA, R. V. da *et al.* Incidence of corn stunt disease in off-season corn hybrids in different sowing seasons. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, FapUNIFESP (SciELO), v. 54, 2019.
- CRUZ, J. C. Cultivares de milho para silagem. p. 93–114, 1998. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/481822/1/Cultivaresmilho.pdf>. Acesso em: 09 maio 2022.
- CRUZ, J. C. *et al.* **Plantio direto**. 2022. Disponível em: https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/milho/arvore/CONTAG01_72_59200523355.html. Acesso em: 12 maio 2022.
- CRUZ, J. C. *et al.* Cultivo do milho. n. 6, p. 10, 2010. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/27037/1/Plantio.pdf>. Acesso em: 12 maio 2022.
- CRUZ, J. C.; PEREIRA FILHO, I. A.; GONTIJO NETO, M. M. Home Page, **Milho para silagem**. 2022. Disponível em: <https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/milho/arvore/CONT000fy779fkn02wx5ok0pvo4k3j537ooi.html>. Acesso em: 11 abr. 2022.
- DOURADO NETO, D. *et al.* 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. ISSN 19806477. Disponível em: <http://www.bibliotekevirtual.org/index.php/2013-02-07-03-02-35/2013-02-07-03-03-11/1131-rbms/v02n03/11746-efeito-da-populacao-de-plantas-e-do-espacamento-sobre-a-produtividade-de-milho.html>. Acesso em: 28 maio 2023.
- EMBRAPA. **Sistema brasileiro de classificação de solos (SiBCS)**. 2006. Disponível em: <https://www.embrapa.br/solos/sibcs>. Acesso em: 23 maio 2022.
- FERREIRA, G. *et al.* Effect of planting density on nutritional quality of green-chopped corn for silage. **Journal of Dairy Science**, v. 97, n. 9, p. 5918–5921, 2014. ISSN 00220302. Disponível em: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S002203021400441X>. Acesso em: 28 maio 2023.
- GALLO, K. *et al.* Spectral estimates of absorbed radiation and phytomass production in corn and soybean canopies. **Remote Sensing of Environment**, v. 39, n. 2, p. 141–152, 1992. ISSN 00344257. Disponível em: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/0034425792901324>. Acesso em: 09 maio 2022.
- GUARDA, V. D. A.; CAMPOS, L. J. M. **Bases ecofisiológicas da assimilação de carbono e suas implicações na produção de forragem**. [S.l.: s.n.], 2014. 52 p. Acesso em: 28 maio 2023.
- JOHNSON, G. A.; HOVERSTAD, T. R.; GREENWALD, R. E. Integrated weed management using narrow corn row spacing, herbicides, and cultivation. **Agronomy Journal**, v. 90, n. 1, p. 40–46, 1998. ISSN 0002-1962, 1435-0645. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.2134/agronj1998.00021962009000010008x>. Acesso em: 09 maio 2022.
- MAACK, R. **Geografia física do Estado do Paraná**. 1968. Disponível em: <https://ihgb.org.br/pesquisa/biblioteca/item/11577-geografia-f%C3%ADsica-do-estado-do-paran%C3%A1-reinhard-maack.html>. Acesso em: 23 maio 2022.

NEUMANN, M. *et al.* Características agronômicas do milho para silagem sob níveis de adubação nitrogenada e potássica em cobertura. **Scientia Agraria Paranaensis**, v. 16, n. 1, p. 69–77, 2017. Disponível em: <https://e-revista.unioeste.br/index.php/scientiaagraria/article/download/13706/11229/60685>. Acesso em: 11 abr. 2022.

NEUMANN, M. *et al.* Chemical fractionation of carbohydrate and protein composition of corn silages fertilized with increasing doses of nitrogen. **Ciência Rural**, v. 47, n. 5, 2017. ISSN 0103-8478. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-84782017000500251&lng=en&tling=en. Acesso em: 28 maio 2023.

NEUMANN, M. *et al.* Desempenho de híbridos de milho para silagem cultivados em diferentes locais com três densidades populacionais. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 17, n. 1, p. 49–62, 2018. ISSN 1980-6477. Number: 1. Disponível em: <http://rbms.cnpms.embrapa.br/index.php/ojs/article/view/720>. Acesso em: 12 maio 2022.

OLIVEIRA, J. S. e. *et al.* Adaptabilidade e estabilidade de cultivares de milho para silagem em relação à produção de matéria seca degradável no rúmen. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 28, n. 2, p. 230–234, 1999. ISSN 1516-3598. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1516-35981999000200002&lng=pt&tling=pt. Acesso em: 09 maio 2022.

OLIVEIRA, J. S. e.; SOUZA SOBRINHO, F. d. Avaliação de cultivares de milho para silagem: resultados do ano agrícola 2006/2007. *In: . [s.n.]*, 2007. p. 18. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/595705/1/CT93Cultivmilhosilagem.pdf>. Acesso em: 09 maio 2022.

PENARIOL, F. G. *et al.* Comportamento de cultivares de milho semeadas em diferentes espaçamentos entre linhas e densidades populacionais na safrinha. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 2, n. 2, p. 52–60, 2003. ISSN 19806477. Disponível em: <http://www.bibliotekevirtual.org/index.php/2013-02-07-03-02-35/2013-02-07-03-03-11/1130-rbms/v02n02/11715-comportamento-de-cultivares-de-milho-semeadas-em-diferentes-espacamentos-entre-linhas-e-den.html>. Acesso em: 09 maio 2022.

PEREIRA FILHO, I. A.; BORGHI, E. **Mercado de sementes de milho no Brasil safra 2016/2017**. [s.n.], 2016. 33 p. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/155505/1/doc-202-1.pdf>. Acesso em: 12 maio 2022.

PIANA, A. T.; VIEIRA, V. M. Densidade de plantas de milho híbrido em semeadura precoce no Rio Grande do Sul. **Ciência Rural**, v. 38, n. 9, p. 2608–2612, 2008. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cr/a/HXpwhqb4VL7P7dNRqHtpGcN/?lang=pt&format=pdf>. Acesso em: 09 maio 2022.

ROBERTO, V. M. O.; SILVA, C. D. d.; LOBATO, P. N. Resposta da cultura do milho a aplicação de diferentes doses de inoculante (*azospirillum brasilense*) via semente. p. 2429–2434, 2010. Disponível em: http://www.abms.org.br/eventos_antiores/cnms2010/trabalhos/0568.pdf. Acesso em: 12 maio 2022.

SANGOI, L. *et al.* Estratégias de manejo do arranjo de plantas visando otimizar a produtividade de grãos do milho. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 18, n. 1, p. 47–60, 2019. ISSN 1980-6477, 1676-689X. Disponível em: <http://rbms.cnpms.embrapa.br/index.php/ojs/article/view/956>. Acesso em: 09 maio 2022.

SILVA, A. P. F. *et al.* Produção de milho em diferentes profundidades de plantio. **Revista Brasileira de Engenharia de Biosistemas**, v. 13, n. 4, p. 330–338, 2019. ISSN 2359-6724.

Number: 4. Disponível em: <https://seer.tupa.unesp.br/index.php/BIOENG/article/view/827>. Acesso em: 12 maio 2022.

SILVA, P. R. F. d. *et al.* Adequação da densidade de plantas à época de semeadura em milho irrigado. v. 9, n. 1, p. 48–57, 2010. Disponível em: <https://revistas.udesc.br/index.php/agroveterinaria/article/download/5285/3495/14709>. Acesso em: 09 maio 2022.

SKONIESKI, F. R. *et al.* Corn plant arrangement and its effect on silage quality. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 43, n. 3, p. 114–119, 2014. ISSN 1516-3598. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1516-35982014000300002&lng=en&tlng=en. Acesso em: 11 abr. 2022.

SOARES, F. N. Leguminosas forrageiras. p. 36, 2009. Acesso em: 28 maio 2023.

STEWART, D. W. *et al.* Canopy structure, light interception, and photosynthesis in maize. **Agronomy Journal**, v. 95, n. 6, p. 1465–1474, nov. 2003. ISSN 0002-1962, 1435-0645. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.2134/agronj2003.1465>. Acesso em: 11 abr. 2022.

STRIEDER, M. L. *et al.* Características de dossel e rendimento de milho em diferentes espaçamentos e sistemas de manejo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 43, n. 3, p. 309–317, 2008. ISSN 0100-204X. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-204X2008000300004&lng=pt&tlng=pt. Acesso em: 09 maio 2022.

TAIZ, L. Fisiologia e Desenvolvimento Vegetal. n. 6^a, p. 888, 2017. Acesso em: 28 maio 2023.

ZOPOLLATTO, M. **Produtividade, composição morfológica e valor nutritivo de cultivares de milho (*Zea mays* L.) para produção de silagem sob os efeitos da maturidade**. 2007. Tese (Doutorado) — Universidade de São Paulo, 2007. Disponível em: <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/11/11139/tde-02082007-084330/>. Acesso em: 12 maio 2022.