

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ  
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS  
CURSO DE AGRONOMIA**

**ELTON BRUNO SPANHOLI**

**DESEMPENHO DE HÍBRIDOS DE MILHO PARA SILAGEM EM  
DIFERENTES ÉPOCAS E DENSIDADE DE SEMEADURA**

**TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO**

**PATO BRANCO**

**2021**

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ  
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS  
CURSO DE AGRONOMIA**

**ELTON BRUNO SPANHOLI**

**DESEMPENHO DE HÍBRIDOS DE MILHO PARA SILAGEM EM  
DIFERENTES ÉPOCAS E DENSIDADE DE SEMEADURA**

**TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO**

**PATO BRANCO**

**2021**

ELTON BRUNO SPANHOLI

**DESEMPENHO DE HÍBRIDOS DE MILHO PARA SILAGEM EM  
DIFERENTES ÉPOCAS E DENSIDADE DE SEMEADURA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Agronomia da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, *Campus* Pato Branco, como requisito parcial à obtenção do título de Engenheiro Agrônomo.

Orientador: Prof. Dr. Regis Luis Missio

Coorientador: M. Sc. Igor Kieling Severo

PATO BRANCO

2021

**Spanholi, Elton Bruno**

**Desempenho agronômico de híbridos de milho para silagem em diferentes épocas e densidade de semeadura / Elton Bruno Spanholi. Pato Branco. UTFPR, 2021**

**33 f. : il. ; 30 cm**

**Orientador: Prof. Dr. Regis Luis Missio**

**Coorientador: M. Sc. Igor Kieling Severo**

**Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curso de Agronomia. Pato Branco, 2018.**

**Bibliografia: f. 28 – 32**

**1. Agronomia. 2. Nutrição animal. 3. População de plantas 4. *Zea mays*. I. Missio, Regis Luis, orient. II. Severo, Igor Kieling, coorient. III. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curso de Agronomia. IV. Título.**

**CDD: 630**



## **TERMO DE APROVAÇÃO**

### **TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO - TCC** **Desempenho de híbridos de milho para silagem em diferentes** **épocas e densidades de semeadura**

Por

Elton Bruno Spanholi

Monografia defendida em sessão pública às 08 horas 30 min. do dia 20 de abril de 2021 como requisito parcial, para conclusão do Curso de Agronomia da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Pato Branco. O candidato foi arguido pela Banca Examinadora composta pelos Membros abaixo assinados. Após deliberação e conferidas, bem como achadas conforme, as alterações indicadas pela Banca Examinadora, o Trabalho de Conclusão de Curso, em sua forma final, pela Coordenação do Curso de Agronomia foi considerado APROVADO.

Banca examinadora:

Eng. Agr. Lucas Candiotto - PPGAG-PB UTFPR - Mestrando

Prof.<sup>a</sup>. Dr.<sup>a</sup>. Lisiane Fernandes Soares - UTFPR *Campus* Pato Branco

Prof. Dr. Regis Luis Missio - UTFPR *Campus* Pato Branco - Orientador

Prof. Dr. Jorge Jamhour - Professor responsável TCC 2

A “Ata de Defesa” e o decorrente “Termo de Aprovação” encontram-se assinados e devidamente depositados no SEI-UTFPR da Coordenação do Curso de Agronomia da UTFPR *Campus* Pato Branco, após a entrega da versão corrigida do trabalho, conforme Norma aprovada pelo Colegiado de Curso.

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus pelo dom da vida e por estar sempre me guiando pelo caminho certo.

Aos meus pais por sempre estarem ao meu lado, me apoiando e sempre me guiando pelo melhor caminho.

A minha namorada Àckilis e sua família, que me acolheram em uma fase complicada da minha vida, onde me apoiaram e incentivaram de todas formas possíveis para que eu não desistisse do sonho de ser Engenheiro agrônomo.

Ao professor, orientador Dr. Regis Luis Missio, que aceitou me orientar nessa etapa importante da formação acadêmica e pela amizade construída nesse período.

Ao M. Sc. Igor Kieling Severo, pela parceria nesse projeto, pela sua contribuição, ensinamentos passados e amizade construída nesse período.

E aos integrantes de pesquisa NESPA, que foram de fundamental importância para que esse projeto fosse concluído.

E por fim a todos que contribuíram direta ou indiretamente nesse longo processo da formação acadêmica.

## RESUMO

SPANHOLI, Elton Bruno. Desempenho de híbridos de milho para silagem em diferentes épocas e densidades de semeadura. 33 f. TCC (Curso de Agronomia), Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR). Pato Branco, 2021.

O objetivo do presente trabalho foi avaliar os aspectos produtivos da silagem de híbridos de milho cultivados em diferentes épocas e densidades de semeadura. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso, com os tratamentos em arranjo fatorial (três híbridos e quatro densidades populacionais) na safra principal e safrinha com quatro repetições de área em cada ano agrícola. As densidades populacionais avaliadas foram 60.000, 80.000, 100.000 e 120.000 plantas ha<sup>-1</sup>. Os híbridos utilizados foram B2688, B2433 e B2410. A primeira semeadura foi realizada no dia 09 de outubro de 2019 (safra principal) e a segunda semeadura no dia 19 de fevereiro de 2020 (safrinha), através do sistema de plantio direto. A adubação de base foi constituída de 670 kg ha<sup>-1</sup> de adubo NPK na formulação 5-25-15 e a adubação de cobertura foi realizada com 140 kg ha<sup>-1</sup> de N, dividida em duas aplicações a lanço (V4 e V8). Foram realizadas avaliações a campo de estande inicial e final de plantas, diâmetro de colmo, altura de inserção de espiga, altura de plantas, produção de forragem, separação morfológica (folha, colmo, sabugo, palha da espiga), componentes de rendimento (peso de grãos, fileira por espiga, grãos por fileira e grãos por espiga). Do material ensilado após 60 dias foram realizadas as avaliações de matéria seca. A elevação da população de plantas de 60 para 120 mil plantas ha<sup>-1</sup> elevou a produção de silagem de 16,53 t para 22,39 t de matéria seca ha<sup>-1</sup>. O híbrido B2433 obteve maior produção de matéria seca. A produção de silagem no período safra foi maior em comparação ao período safrinha.

**Palavras-chave:** Nutrição animal. População de plantas. *Zea mays*.

## ABSTRACT

SPANHOLI, Elton Bruno. Performance of corn for silage at different sowing times and densities. 33 f. TCC (Course of Agronomy) - Federal University of Technology – Paraná (UTFPR). Pato Branco, 2021.

The objective of the present work was to evaluate the productive aspects of the silage of corn hybrids cultivated at different sowing times and densities. The experimental design used was that of randomized blocks, with the treatments in factorial arrangement (three hybrids and four population densities) in the main and off-season with four replications of area in each agricultural year. The population densities evaluated were 60,000, 80,000, 100,000 and 120,000 plants ha<sup>-1</sup>. The hybrids used were B2688, B2433 and B2410. The first sowing was carried out on October 9, 2019 (main harvest) and the second sowing on February 19, 2020 (off-season), through the no-till system. The basic fertilization consisted of 670 kg ha<sup>-1</sup> of NPK fertilizer in the formulation 5-25-15 and the cover fertilization was carried out with 140 kg ha<sup>-1</sup> of N, divided into two applications in haul (V4 and V8). Field evaluations of initial and final plant stand, stem diameter, ear insertion height, plant height, forage production, morphological separation (leaf, stem, cob, ear straw), yield components (weight grain, row by ear, grain by row and grain by ear). Dry matter evaluations were carried out after 60 days of the ensiled material. The increase in the plant population from 60 to 120 thousand plants ha<sup>-1</sup> increased the silage production from 16.53 tonnes to 22.39 tonnes of dry matter ha<sup>-1</sup>. The hybrid B2433 obtained higher production of dry matter. The silage production in the harvest period was higher compared to the off-season.

**Keywords:** Animal nutrition. Plant population. *Zea mays*.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Precipitação pluviométrica (mm) e temperatura máxima e mínima (°C) durante o período experimental (outubro de 2019 a julho de 2020). Pato Branco-PR, 2021.....	16
---	----

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Variáveis relacionadas aos componentes de produção de acordo com a época de plantio. UTFPR, Pato Branco-PR, 2021.....	19
Tabela 2 – Variáveis relacionadas aos componentes de produção de acordo com os híbridos de milho. UTFPR, Pato Branco-PR, 2021.....	20
Tabela 3 – Variáveis relacionadas aos componentes de produção de acordo com a densidade populacional de plantas de milho. UTFPR, Pato Branco-PR, 2021.....	22
Tabela 4 – Desdobramento da interação entre épocas de plantio e híbridos de milho para variáveis relacionadas com os componentes de produção. Pato Branco-PR, 2021.....	24

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>10</b>
<b>2 OBJETIVOS.....</b>	<b>12</b>
2.1 GERAL.....	12
2.2 ESPECÍFICOS.....	12
<b>3 REFERENCIAL TEÓRICO.....</b>	<b>13</b>
<b>4 MATERIAL E MÉTODOS.....</b>	<b>16</b>
<b>5 RESULTADOS E DISCUSSÕES.....</b>	<b>19</b>
<b>6 CONCLUSÕES.....</b>	<b>26</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>27</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A ensilagem é o armazenamento da forragem em ambiente anaeróbico restringindo a respiração celular, fornece condições adequadas para o desenvolvimento de bactérias produtoras de ácido láctico, no qual os ácidos produzidos pela fermentação reduzem o pH da silagem, inibindo sua deterioração por enzimas e microrganismos, seu objetivo é minimizar as perdas de matéria seca e de energia, resultando numa qualidade proteica da forrageira na estocagem (EMBRAPA, 2003).

Para a produção de silagem, há necessidade de uma espécie forrageira de boa qualidade que apresente produção elevada de massa por unidade de área e além de ser um alimento que apresente alta qualidade (PIMENTEL *et al.*, 1998). Tradicionalmente, o milho é a forrageira mais utilizada em razão do seu valor nutritivo e da boa produção de massa por área plantada (ZEOULA *et al.*, 2003). Sendo assim, para esta prática o milho é a espécie padrão devido a seu valor nutritivo tomado como referência (BEZERRA, VON TIESENHAUSEN e OLIVEIRA 1993).

A preferência dos produtores pelo uso do milho como forrageira para a silagem é devido principalmente pela sua facilidade na formação das lavouras e ensilamento, além de possuir boa aceitabilidade pelos animais (NUSSIO, CAMPOS e DIAS, 2001). Desta forma, a silagem feita de milho fornece de 50 a 100% a mais de energia digestível por hectare relacionada a qualquer outra forrageira (VELHO *et al.*, 2007).

A produtividade final de cada híbrido é decorrência da combinação entre sua carga genética e o ambiente cultivado. Devido à falta de informações regionais sobre o comportamento agrônômico produtivo e valor nutritivo dos diversos materiais genéticos que existem no mercado, o planejamento e a escolha dos híbridos de milho destinados a produção de silagem torna-se um obstáculo (ROSA *et al.*, 2004). Sendo assim, a identificação de híbridos mais adaptados para a região gerará informações para orientar os produtores melhorando índices produtivos da agropecuária regional.

Objetivou-se avaliar os aspectos produtivos da silagem de híbridos de milho com diferentes ciclos produtivos na safra e safrinha, em diferentes densidades de semeadura.

## 2 OBJETIVOS

### 2.1 GERAL

Avaliar o desempenho de híbridos de milho com diferentes ciclos produtivos na safra e safrinha, em diferentes densidades de semeadura.

### 2.2 ESPECÍFICOS

Avaliar produção de forragem e de grãos.

Avaliar a composição morfológica das plantas.

Avaliar os componentes de rendimento das plantas.

### 3 REFERENCIAL TEÓRICO

O milho é uma gramínea de porte ereto com altura oscilando entre 1 e 3,5 m, caule do tipo colmo, de calibre robusto, folhas largas, planas e pontiagudas, com alta eficiência em fotossíntese (BULL; CANTARELLA, 1993). A planta de milho é considerada uma das mais eficientes na conversão de energia radiante e, conseqüentemente, na produção de biomassa (FANCELLI *et al.*, 2000). O milho é originário da América Central (México/Guatemala), sendo cultivado em todas as regiões do mundo, sejam em regiões de clima temperadas ou tropicais (GAMA *et al.*, 1990).

No Brasil, a produção de milho decorre principalmente de sementes híbridas (FREITAS *et al.*, 2009). De acordo com Oliveira, Junior e Arnold (2012), essa utilização dos híbridos de milho constitui um dos fatores responsáveis pelo aumento da produtividade na cultura. No entanto, com o aumento da oferta de híbridos no mercado nacional, crescem as incertezas do agricultor quanto à escolha correta dos híbridos (SILVA *et al.*, 2015). Nesse sentido, a escolha equivocada tem sido um limitante para a expressão do máximo potencial produtivo dos híbridos de milho. Entretanto, é necessário considerar a influência dos fatores ambientais, sistema de produção e práticas de manejo, que associados ao híbrido, definem o desempenho agrônomo da cultura (FORSTHOFER *et al.*, 2006). O acompanhamento periódico dos híbridos na região de cultivo preconizada torna-se uma estratégia valiosa para subsidiar o agricultor na tomada de decisão. Geralmente, a produtividade é o fator decisivo na escolha do híbrido, pois está diretamente relacionada à adaptação ao ambiente de produção (EMYGDIO *et al.*, 2007). Os híbridos de milho apresentam elevada produção de matéria seca e de grãos, características normalmente apontadas para sua utilização para produção de silagem (GOMES *et al.*, 2006).

O milho, neste contexto, é uma das melhores plantas forrageiras e mais recomendada para produção de silagem, resultado de suas características qualitativas e quantitativas, aceitabilidade por várias espécies animais, e desempenho animal satisfatório em produção de carne ou leite (RESTLE *et al.*, 2006). Entretanto, alguns fatores como a genética do híbrido, manejo da lavoura,

ponto do corte, condição de armazenamento, forma de fornecimento aos animais e época de plantio, podem afetar a composição da silagem e influenciar no desempenho animal (JUNIOR *et al.*, 2006; OLIVEIRA, JUNIOR; ARNHOLD, 2012). A época de plantio e ponto de corte das plantas são fatores importantes por influenciarem na produção e qualidade da silagem (SANTOS, 2012).

O cultivo do milho no Brasil, de forma geral, ocorre em duas épocas (período de safra principal e no período de safrinha). No Sul do Brasil, o milho geralmente é semeado de agosto a setembro e, à medida que se desloca para os estados do Centro-Oeste e Sudeste, a época de semeadura na safra varia de outubro a novembro (CRUZ *et al.*, 2010). O milho safrinha, predominantemente plantado entre a primeira quinzena de fevereiro e primeira quinzena de março, no Paraná. Todavia a safrinha tem sua produtividade bastante afetada pelo regime de chuvas e limitações de radiação solar e temperatura na fase final de seu ciclo (CRUZ *et al.*, 2010). Entretanto, o milho safrinha apresenta grande importância em virtude das poucas alternativas de cultivo no outono/inverno, apresentando importante relevância para o complemento no abastecimento do milho no país (SHIOGA *et al.*, 2010).

Os diferentes híbridos de milho disponíveis no mercado variam em relação à adaptação a época de semeadura (DUARTE; e PATERNIANI, 2000). De forma geral, os híbridos de ciclo mais longo são recomendados na safra principal e os ciclos mais precoces são recomendados para a segunda safra para evitar o inverno e/ou o período seco (EDREIRA e OTEGUI, 2012). Neumann *et al.* (2016), neste contexto, analisaram o potencial produtivo de híbridos de milho para silagem em diferentes épocas de semeadura no Paraná (primeira, segunda, terceira e quarta semana de novembro), e verificaram redução da produção de matéria seca com o retardamento da semeadura (28.321; 26.179; 20.291 e 18.758 kg ha<sup>-1</sup>, respectivamente), o que foi atribuído aos fatores climáticos menos favoráveis. Segundo Forsthofer *et al.* (2006), a semeadura antecipada (final de julho a início de setembro) ou depois da época ideal (nos meses de dezembro a janeiro) reduz o potencial produtivo do milho em relação à época ideal.

A manipulação da densidade de plantas é uma forma de manipulação do arranjo de plantas na área de cultivo, em que pequenas alterações na população

alteram no rendimento produtivo da cultura do milho (SILVA *et al.*, 2006). O incremento na densidade de plantas é uma forma simples e eficiente de se aumentar a interceptação da radiação solar incidente. O uso de populações muito elevadas, entretanto, pode reduzir a atividade fotossintética da cultura e a eficiência da conversão de fotoassimilados em grãos, esterilidade feminina ocasionando redução do número de grãos por espiga e do rendimento de grãos (MARCHÃO; BRASIL; XIMENES, 2006).

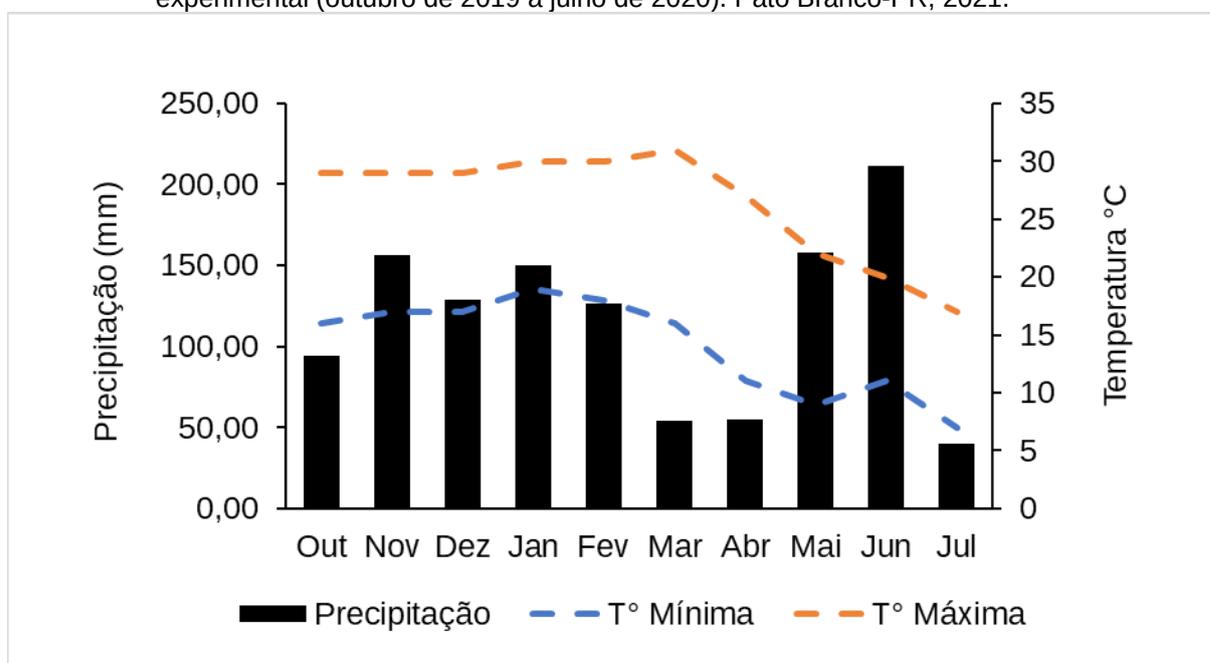
Os programas de melhoramento de milho têm buscado genótipos com elevada resposta produtiva em densidades populacionais elevadas (80 mil a 100 mil plantas  $ha^{-1}$ ) com espaçamento entre linhas reduzido (NETO *et al.*, 2003). A combinação do espaçamento entre as linhas e o número de plantas por metro tem sido utilizada de forma recorrente para tentar maximizar a produtividade a partir da otimização do uso de fatores de produção (água, luz e nutrientes) (NETO *et al.*, 2003). Isso ocorre em razão da melhor distribuição das raízes e redução das amplitudes térmicas na camada superficial do solo nos estádios iniciais da cultura (SHARRATT; McWILLIAMS, 2005). Segundo Argenta, Silva e Sangoi (2001), é importante reavaliar as recomendações de densidade de semeadura do milho em função das modificações introduzidas nos genótipos mais recentes (menor altura de plantas e de inserção de espiga, menor esterilidade de plantas, menor duração do período pendocimento e espigamento, folhas eretas e elevado potencial produtivo).

A densidade de plantas ótima é o número de plantas capaz de explorar de maneira mais eficiente os recursos ambientais para expressar seu potencial genético (ENDRES; TEIXEIRA, 1997). Entretanto, a densidade ideal de plantas pode variar de acordo com a época de plantio. Na época da safra principal, os programas de melhoramento de milho tem verificado elevada resposta produtiva em elevadas densidades populacionais (80 mil a 100 mil plantas  $ha^{-1}$ ) (NETO *et al.*, 2003). Para o cultivo safrinha a recomendação da densidade de plantas é menor, em torno de 44 a 55 mil plantas  $ha^{-1}$ , como atenuante aos estresses causados pelas condições climáticas (SHIOGA; OLIVEIRA; GERAGE, 2004).

#### 4 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi desenvolvido na área experimental do curso de Agronomia da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, *Campus Pato Branco* (26°41'17" Sul e 52°41'17" Oeste), em área com declividade média de 3%. O solo foi classificado como Latossolo Vermelho distroférico (EMBRAPA, 2013). O clima da região é subtropical úmido do tipo Cfa, conforme classificação de Köppen (ALVARES *et al.*, 2013), com altitude média de 760 m. Na Figura 1 são apresentados os dados climáticos durante o período experimental.

**Figura 1** – Precipitação pluviométrica (mm) e temperatura máxima e mínima (°C) durante o período experimental (outubro de 2019 a julho de 2020). Pato Branco-PR, 2021.



Fonte: NASA/Power

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso, com os tratamentos em arranjo fatorial (três híbridos e quatro densidades populacionais) na safra principal e safrinha com quatro repetições de área em cada ano agrícola. As densidades populacionais avaliadas foram 60.000, 80.000, 100.000 e 120.000 plantas ha<sup>-1</sup>. Os híbridos utilizados foram B2688, B2433 e B2410.

Antecedendo o experimento, a área experimental foi demarcada e dividida em quatro blocos (declividade de 3%). Cada bloco foi constituído por 12 parcelas, na qual cada parcela apresentava 15,75 m<sup>2</sup> de área útil (5 m x 2,7 m).

Entre um bloco e outro foi deixado um corredor de 1 m de largura, assim como foi deixado um corredor de 1 m de largura ao redor das 48 parcelas e a bordadura da área experimental, que foi constituída por três linhas semeadas do híbrido B2410.

A semeadura do milho no período da safra principal foi realizada dia 9 de outubro de 2019, enquanto a semeadura no período de safrinha foi realizada no dia 19 de fevereiro de 2020. A semeadura foi realizada de forma manual com utilização de matraca, utilizando-se duas sementes por cova, em profundidade de 3-4 cm e 45 cm de espaçamento entre linhas. A semeadura em ambas as épocas ocorreu 30 dias após a dessecação da cultura antecessora (*Avena strigosa*), utilizada para cobertura do solo. Após 15 dias da semeadura, foi realizado o desbaste das plantas, mantendo-se uma planta por cova.

A adubação de base foi constituída de 670 kg ha<sup>-1</sup> de adubo NPK na formulação 5-25-15 e a adubação de cobertura foi realizada com 140 kg ha<sup>-1</sup> de N, dividida em duas aplicações a lanço (V4 e V8). Quando houve presença de plantas daninhas e insetos pragas foi realizado controle químico com herbicida e inseticida, respectivamente. Foi realizado constante monitoramento dos insetos pragas, de forma que quando as pragas atingiam nível de controle era realizado com controle químico, antes que as infestações ocasionassem perdas econômicas à cultura.

A avaliação de estande inicial foi realizada após o desbaste das plântulas, contabilizando visualmente o número de plantas que emergiram nas três linhas centrais de cada parcela, totalizando 15 metros lineares. No dia da colheita, foi determinado o estande final de plantas, contabilizando o número total de plantas nas mesmas três linhas centrais de cada parcela. Para a avaliação biométrica foram avaliadas oito plantas aleatórias das três linhas centrais de cada parcela. Foram realizadas as avaliações de altura das plantas, altura de inserção de espiga e diâmetro de colmo com auxílio de uma fita métrica. A altura de plantas foi realizada do solo até o ápice do pendão de cada planta. A altura de inserção de espiga foi realizada do solo até o pedúnculo floral feminino de cada planta. A leitura do diâmetro de colmo foi realizada entre o primeiro e o segundo nó.

A colheita para o período de safra principal foi realizada quando os grãos atingiram o estágio farináceo-duro. Na safrinha, em função do início das geadas na região, a colheita ocorreu quando grãos se encontravam no estágio

leitoso/pastoso. A colheita das plantas ocorreu de forma manual, a uma altura de 15 cm do solo. Foram colhidas as plantas das três linhas centrais (2 metros lineares/linha) de cada parcela. A colheita ocorreu no centro de cada linha da parcela. Após o corte, oito plantas de cada parcelas foram pesadas para determinação da produção de forragem verde (kg/MV ha<sup>-1</sup>). A produção de forragem foi determinada a partir do estande final de plantas e o peso verde de cada planta (peso das plantas colhidas de cada parcela/número de plantas colhidas). A produção de matéria seca de forragem foi determinada utilizando-se o teor de matéria seca das plantas de milho de cada parcela. Para tanto, após a colheita, cinco plantas de cada parcela foram processadas em forrageiro estacionário (2-3 cm de tamanho de partícula), sendo retiradas duas amostras (300 g), as quais foram secas em estufa com circulação de ar forçado a 55 °C durante 72 horas.

A avaliação da composição morfológica das plantas foi realizada em três plantas de cada parcela, as quais foram separadas em colmo, folha, sabugo, grãos e palha da espiga. As amostras da separação morfológica foram secas em estufa com circulação de ar forçado a 55 °C por 72 horas. Após as amostras foram pesadas para a estimativa da proporção destes componentes da planta com base na matéria seca. Os componentes de rendimento foram determinados a partir da separação morfológica. Deste modo, foi realizada a contagem visual do número de fileiras por espiga e o número de grãos por fileira. O número de grãos por espiga (GE) foi determinado como número de fileiras por espiga multiplicado pelo número de grãos por fileiras) dividido pelo número de espigas. A produção de grãos (toneladas de matéria seca ha<sup>-1</sup>) foi determinada a partir do peso dos grãos por planta multiplicado pelo estande final de plantas.

Os dados foram analisados pelo PROC MIXED do SAS (Statistical Analysis System, versão 9.2), considerando efeitos fixos (tratamento, ano, tratamento\*ano) e aleatórios (bloco.bloco\*tratamento). O teste t de Student foi utilizado para a comparação de duas médias enquanto o teste Tukey foi utilizado para a comparação de três médias ou mais ( $\alpha=0,05$ ).

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

O estande inicial não foi influenciado ( $P < 0,05$ ) pela época de plantio (Tabela 1). Em contra partida, o estande final foi superior ( $P < 0,05$ ) para a safra principal em relação ao período safrinha. Esses resultados podem estar associados com o déficit hídrico ocorrido no período safrinha (Figura 1). Condições climáticas adversas afetam diretamente o crescimento e desenvolvimento das plantas, que pode ser intensificado por condições ambientais extremas, principalmente no que diz respeito à ocorrência de temperaturas e episódios de estresse hídrico em diferentes estágios fenológicos da cultura do milho (BERUSKI; SCIEBELBEIN; PEREIRA 2018).

**Tabela 1** – Variáveis relacionadas aos componentes de produção de acordo com a época de plantio. UTFPR, Pato Branco-PR, 2021.

Variáveis	Época de plantio	
	Safra	Safrinha
Estande inicial, mil plantas ha <sup>-1</sup>	89,36	88,31
Estande final, mil plantas ha <sup>-1</sup>	88,16a	86,36 <sup>b</sup>
Altura de plantas, m	2,62 <sup>a</sup>	2,12 <sup>b</sup>
Altura de inserção de espiga, m	1,33 <sup>a</sup>	0,95 <sup>b</sup>
Diâmetro de colmo, cm	2,15 <sup>a</sup>	1,95 <sup>b</sup>
Produção de matéria seca, t. ha <sup>-1</sup>	25,11 <sup>a</sup>	14,51 <sup>b</sup>
Fileira por espiga, n <sup>o</sup>	18,70 <sup>a</sup>	15,64 <sup>b</sup>
Grãos por fileira, n <sup>o</sup>	33,32 <sup>a</sup>	18,00 <sup>b</sup>
Proporção de sabugo, %	8,60 <sup>a</sup>	7,61 <sup>b</sup>

Médias seguidas de letras sobrescritas diferentes na linha diferem entre si ( $P < 0,05$ ). Fonte: Autoria própria.

A altura de plantas, altura de inserção de espiga, diâmetro de colmo e produção de forragem (kg de matéria seca ha<sup>-1</sup>) foram superiores ( $P < 0,05$ ) para na época de safra (Tabela a 1). Estes resultados podem ser atribuídos ao fato do período de safra principal ser caracterizado pelas condições climáticas mais favoráveis para o desenvolvimento das plantas (radiação solar e pluviosidade) (CERICATO *et al.*, 2020). O número de grãos por fileira e o número de fileiras por espiga foram superiores ( $P < 0,05$ ) na safra principal (Tabela 1), o que pode ser atribuído às condições climáticas favoráveis deste período. Segundo Junior (2005) o número de grãos por fileira é afetado pelo tamanho da espiga e definido a partir das 12 folhas até a fecundação, enquanto o número de fileiras é definido entre oito a 12 folhas expandidas.

A proporção de sabugo na massa ensilada foi superior ( $P<0,05$ ) no período de safra principal (Tabela 1). A deficiência hídrica afeta todos os aspectos relacionados ao desenvolvimento das plantas, reduzindo a área foliar, diminuindo a fotossíntese e afetando vários outros processos por modificar o balanço de energia do sistema (BERGAMASCHI *et al.*, 1992).

O estande inicial e final de plantas não foi alterado ( $P<0,05$ ) pelos híbridos avaliados (Tabela 2). Estes resultados podem ser atribuídos a similar tecnologia utilizada nas sementes destes híbridos (PowerCore™Ultra), que favorece a maior uniformidade no estande inicial de plantas. Além disso, deve-se destacar que não foi verificada infestação em nível de dano econômico nas lavouras, o que certamente contribui para os resultados obtidos.

**Tabela 2** – Variáveis relacionadas aos componentes de produção de acordo com os híbridos de milho. UTFPR, Pato Branco-PR, 2021.

Variáveis	Híbridos		
	B2410	B2433	B2688
Estande inicial, mil plantas ha <sup>-1</sup>	89,33	88,56	88,61
Estande final, mil plantas ha <sup>-1</sup>	88,08	86,82	88,68
Altura de plantas, m	2,30 <sup>ab</sup>	2,38 <sup>ab</sup>	2,40 <sup>a</sup>
Altura de inserção de espiga, m	1,10 <sup>b</sup>	1,16 <sup>a</sup>	1,16 <sup>a</sup>
Diâmetro de colmo, cm	2,13 <sup>a</sup>	1,98 <sup>b</sup>	2,05 <sup>ab</sup>
Produção de matéria seca, t. ha <sup>-1</sup>	18,73 <sup>b</sup>	20,88 <sup>a</sup>	19,82 <sup>ab</sup>
Fileira por espiga, n <sup>o</sup>	16,07 <sup>b</sup>	17,45 <sup>a</sup>	17,98 <sup>a</sup>
Grãos por fileira, n <sup>o</sup>	25,52	25,46	25,99
Proporção de sabugo, %	8,36	7,75	8,22

Médias seguidas de letras sobrescritas diferentes na linha diferem entre si ( $P<0,05$ ). Fonte: Autoria Própria.

O híbrido B2688 apresentou maior altura ( $P<0,05$ ) de planta em relação ao B2410, o qual não diferiu do híbrido B2433 e, esse não diferiu do B2688 (Tabela 2). A maior altura das plantas do híbrido B2688 em relação ao híbrido B2410, neste contexto, pode estar associada ao melhoramento genético voltado para o aumento da altura e produção de forragem deste genótipo. Vale destacar que este híbrido apresenta, segundo informações comerciais, ciclo precoce e recomendação para produção de grãos e silagem. A altura da planta está positivamente associada com a produção de matéria seca (CUNHA; DE LIMA, 2010) e com híbridos de ciclo mais longos (KLEIN *et al.*, 2018).

Os valores de diâmetro de colmo, foram superiores ( $P<0,05$ ) para o híbrido B2410, seguidos pelo híbrido B2688, sendo os menores valores observados

para o híbrido B2433 (Tabela 2). Segundo Silva *et al.*, (2005) e Filho (2007), plantas com maior altura tendem apresentar menor diâmetro de colmo. Segundo as informações comerciais dos genótipos utilizados, o híbrido B2410 é um híbrido de ciclo superprecoce recomendado para produção de grãos, enquanto o B2433 é um híbrido de ciclo superprecoce recomendado para grãos e silagem. A menor estatura e maior diâmetro de colmos em híbridos para produção de grãos são características coerentes visto que o melhoramento genético destes materiais está voltado para o aumento da produção de grãos e não para produção de forragem.

Os valores de produção de forragem (kg de matéria seca ha<sup>-1</sup>) foram superiores ( $P < 0,05$ ) para o híbrido B2433, seguido do híbrido B2688, e menor para o híbrido B2410 (Tabela 2). Estes resultados podem ser atribuídos ao ciclo produtivo dos híbridos e ao melhoramento aos quais estes materiais foram submetidos, o que está relacionado a sua recomendação de utilização (grãos e/ou silagem), bem com a sua adaptabilidade as condições edafoclimáticas regionais. Corroborando, segundo resultados da literatura, híbridos de ciclo mais longo, com maior altura, são aqueles que normalmente apresentam maior produção de forragem (SANTOS *et al.*, 2002; MELLO *et al.*, 2005; PAZIANI *et al.*, 2009).

O número de fileiras por espiga foi inferior ( $P < 0,05$ ) para o híbrido B2410 em relação aos híbridos B2433 e B2688, que não diferiram entre si (Tabela 2). A definição do número de fileiras por espiga se deve em grande parte ao fator genético e condições ambientais (MAGALHÃES e DURÃES, 2008). O número de grãos por fileira, por outro lado, não diferiu ( $P > 0,05$ ) entre os híbridos avaliados. Esta característica está diretamente relacionada com o comprimento da espiga, a qual é dependente da interação genótipo e ambiente (VILELA *et al.*, 2012), e do manejo da cultura (FANCELLI e NETO, 2000).

A proporção de folhas foi superior para o híbrido B2688, seguido do híbrido B2433 e menor para o híbrido B2410 (Tabela 2). A variação na proporção de folhas dos híbridos pode estar relacionada com o porte e o ciclo de produção dos materiais, já que segundo Coors, Carter e Hunter (1994) híbridos com ciclo mais longo apresentam maior índice de área foliar.

A proporção de sabugo não foi alterada ( $P < 0,05$ ) pelos híbridos (Tabela 2), o que pode estar associado ao fato da maior produtividade de forragem ter sido

acompanhada pelo maior desenvolvimento das plantas e, conseqüentemente, do sabugo. Segundo Deminics *et al.* (2009) a qualidade do grão combinada com o percentual das partes da planta (caule, folhas, sabugo e palhas) é o que determina o valor nutricional do material ensilado.

O estande inicial e final aumentou ( $P < 0,05$ ) à medida que a densidade de plantas foi elevada (Tabela 3), o que é resultado dos tratamentos estabelecidos. Por outro lado, não foi verificado influência ( $P < 0,05$ ) das densidades populacionais sobre a altura de plantas. De forma geral, nestes casos, espera-se que as plantas elevem sua altura como resultado da maior competição por luz (LIMA, ALVAREZ e CONTARDI, 2016), o que ficou evidenciado, de certa forma, pela elevação ( $P < 0,05$ ) da altura de inserção de espiga e redução do diâmetro de colmo com o aumento da densidade populacional de plantas.

**Tabela 3** – Variáveis relacionadas aos componentes de produção de acordo com a densidade populacional de plantas de milho. UTFPR, Pato Branco-PR, 2021.

Variáveis	Populações, mil plantas ha <sup>-1</sup>			
	60	80	100	120
Estande inicial, mil plantas ha <sup>-1</sup>	61,60 <sup>d</sup>	79,73 <sup>c</sup>	98,58 <sup>b</sup>	115,42 <sup>a</sup>
Estande final, mil plantas ha <sup>-1</sup>	61,02 <sup>d</sup>	77,56 <sup>c</sup>	96,33 <sup>b</sup>	114,13 <sup>a</sup>
Altura de plantas, m	2,34	2,36	2,39	2,40
Altura de inserção de espiga, m	1,05 <sup>c</sup>	1,11 <sup>bc</sup>	1,18 <sup>ab</sup>	1,22 <sup>a</sup>
Diâmetro de colmo, cm	2,16 <sup>a</sup>	2,08 <sup>ab</sup>	2,02 <sup>bc</sup>	1,95 <sup>c</sup>
Produção de matéria seca, t. ha <sup>-1</sup>	16,53 <sup>c</sup>	18,99 <sup>bc</sup>	21,28 <sup>ab</sup>	22,39 <sup>a</sup>
Produção de grãos, t. ha <sup>-1</sup>	5,88 <sup>b</sup>	6,52 <sup>ab</sup>	7,71 <sup>a</sup>	7,58 <sup>a</sup>
Fileira por espiga, n°	17,62	17,00	16,71	17,36
Grãos por fileira, n°	27,16 <sup>a</sup>	26,97 <sup>a</sup>	25,08 <sup>ab</sup>	23,43 <sup>b</sup>
Grãos por espiga, n°	493,46 <sup>a</sup>	473,00 <sup>ab</sup>	431,2 <sup>b</sup>	423,28 <sup>b</sup>
Proporção de folhas, %	15,84 <sup>c</sup>	16,49 <sup>ab</sup>	17,12 <sup>ab</sup>	18,29 <sup>a</sup>
Proporção de sabugo, %	8,65	7,41	8,54	7,83

Médias seguidas de letras sobrescritas diferentes na linha diferem entre si ( $P < 0,05$ ). Fonte: Autoria própria.

A produção de forragem e de grãos aumentou ( $P < 0,05$ ) com a elevação da densidade populacional de plantas (Tabela 3), atingindo valores superiores a media regional (12 a 18 t MS ha<sup>-1</sup>) (VIEIRA *et al.*, 2015) nas maiores densidade de plantas (100 e 120 mil plantas ha<sup>-1</sup>). A elevação da densidade de plantas, desta forma, pode ser uma estratégia para elevação da produção de silagem. Entretanto, deve ser levado em consideração a elevação do custo com sementes e insumos, bem como as condições climáticas regionais.

O número de fileiras/espiga não foi alterado ( $P < 0,05$ ) pela densidade de plantas (Tabela 3), o que se deve ao fato desta característica estar pouco

relacionada com o tamanho de espiga (STACCIARINI, 2010). O número de grãos por fileira e o número de grãos por espiga foram reduzidos ( $P < 0,05$ ) à medida que aumentou a população de plantas, o que pode ser explicado em razão destas características serem mais associadas ao tamanho de espiga (COORS e MARDONES, 1989). Na prática, se observa que a elevação da densidade de plantas eleva a produção de espigas, porém com menor tamanho (SCHEEREN *et al.*, 2004).

A proporção de folhas por planta aumentou ( $P < 0,05$ ) com a elevação da densidade populacional (Tabela 3). Estes resultados podem ser atribuídos ao maior crescimento em altura em detrimento ao crescimento radial do colmo em maiores densidades de plantas por hectare (PALHARES, 2003). A elevação da proporção de folhas é importante para a produção de silagem, já que as folhas de milho são ricas em proteína bruta, o que pode beneficiar a composição química da silagem, (WEAVER *et al.*, 1978).

A proporção de sabugo não foi alterada ( $P < 0,05$ ) pela densidade de plantas (Tabela 3). Estes resultados não eram esperados em razão da tendência de redução do tamanho das espigas com o aumento da densidade de plantas (SCHEEREN *et al.*, 2004). Na prática, foi verificado visualmente que as espigas nas maiores densidades de plantas eram menores. Entretanto, esta variação parece não ter impactado de forma significativa a proporção de sabugo, que apresentou baixa participação na massa ensilada (8,1% da MS).

Foi verificada interação ( $P < 0,05$ ) entre híbridos e época de semeadura para produção de grãos, grãos por espiga, proporção de colmo e proporção de palha (Tabela 4). A produção de grãos variou foi superior para o período de safra em todos os híbridos. Porém, o híbrido B2410 apresentou menor produção de grãos no período safra em relação aos demais híbridos, que não diferiram entre si. Estes resultados podem estar relacionada ao fato deste híbrido ser recomendado para produção de grãos, o que infere que seu melhoramento genético foi voltado para esta finalidade. No período safrinha não houve diferença para a produção de grãos entre os híbridos, resultados que demonstram que o principal limitante para a produção dos híbridos avaliados no período safrinha foi à estiagem.

A proporção de grãos foi superior ( $P < 0,05$ ) para o período safra, em relação ao período safrinha, em todos os híbridos (Tabela 4). Esta característica não

diferiu entre os híbridos no período safra, enquanto na safrinha a proporção de grãos foi superior para o híbrido B2410 em relação aos demais. Estes resultados podem estar relacionados ao fato deste genótipo ser recomendado comercialmente para grãos e também podem estar demonstrando que este híbrido, por apresentar ciclo mais precoce, foi menos afetado pela estiagem durante a definição dos componentes de rendimento.

**Tabela 4** – Desdobramento da interação entre épocas de plantio e híbridos de milho para variáveis relacionadas com os componentes de produção. Pato Branco-PR, 2021.

Itens	Híbridos		
	B2410	B2433	B2688
Produção de grãos, t. ha <sup>-1</sup>			
Safra	9,69 <sup>Ab</sup>	11,41 <sup>Aa</sup>	11,57 <sup>Aa</sup>
Safrinha	3,40 <sup>Bb</sup>	3,00 <sup>Bb</sup>	2,47 <sup>Bb</sup>
Grãos, %			
Safra	41,66 <sup>Aa</sup>	44,16 <sup>Aa</sup>	43,94 <sup>Aa</sup>
Safrinha	24,56 <sup>Ba</sup>	18,86 <sup>Bb</sup>	18,76 <sup>Bb</sup>
Grãos por espiga, n°			
Safra	558,64 <sup>Ab</sup>	666,29 <sup>Aa</sup>	634,89 <sup>Aa</sup>
Safrinha	283,83 <sup>Bb</sup>	271,41 <sup>Bb</sup>	316,33 <sup>Bb</sup>
Colmo, %			
Safra	27,87 <sup>Ba</sup>	22,02 <sup>Bb</sup>	21,25 <sup>Bb</sup>
Safrinha	41,46 <sup>Ab</sup>	43,57 <sup>Ab</sup>	48,49 <sup>Aa</sup>
Palha, %			
Safra	6,72 <sup>Bb</sup>	8,47 <sup>Aa</sup>	8,27 <sup>Ba</sup>
Safrinha	10,35 <sup>Aa</sup>	8,74 <sup>Ab</sup>	10,48 <sup>Aa</sup>

Médias seguidas de letras maiúsculas sobrescritas na coluna diferem entre si ( $P < 0,05$ ). Médias seguidas de letras minúsculas sobrescritas diferentes na linha diferem entre si ( $P < 0,05$ ). Fonte: Autoria própria.

O número de grãos/espiga foi superior ( $P < 0,05$ ) na safra principal em todos os híbridos (Tabela 4). Na comparação entre híbridos, verificou que o B2410 apresentou menor número de grãos por espiga em relação aos demais na safra principal, não havendo diferença entre os híbridos para o período de safrinha. Estes resultados indicam que em situações adequadas de pluviosidade o híbrido B2410 tende a apresentar menor tamanho de espiga.

A proporção de colmo foi inferior ( $P < 0,05$ ) para o período safra principal em todos os híbridos (Tabela 4). Entretanto, na comparação entre híbridos, verificou-se que o B2410 apresentou maior proporção de colmo em relação aos demais

híbridos na safra principal, enquanto o B2433 apresentou maior proporção de colmo em relação aos demais híbridos no período safrinha. Estes resultados podem ser explicados, pelo menos em parte, pela variação da produção de matéria seca e de grãos.

A proporção de palha foi superior ( $P < 0,05$ ) nos híbridos B2410 e B2688 na safrinha (Tabela 4), não havendo diferença para a proporção de palha do híbrido B2433 entre safra e safrinha. O B2433 e B2688 apresentaram superiores proporções de palha em relação ao híbrido B2410 na safra, enquanto o 2433 apresentou maior proporção de palha em relação aos demais no período safrinha. Estes resultados podem ser explicados, pelo menos em parte, pela produção de forragem e grãos, de maneira que o aumento da produção destes componentes diluiu a participação de palha na massa ensilada.

Destaca-se, por fim, que a interação com o setor produtivo foi extremamente importante por resultar em demandas práticas e/ou dificuldades encontradas no campo. Espera-se que a escolha correta dos híbridos e o aumento da densidade de semeadura possibilitem a elevação da produtividade de silagem no Sudoeste do Paraná. Novos estudos devem ser realizados para avaliar/estabelecer níveis adequados de adubação para populações de plantas mais elevadas, especialmente no que se refere à adubação nitrogenada.

## 6 CONCLUSÕES

A elevação da densidade de plantas de 60 para 120 mil plantas ha<sup>-1</sup> aumenta a produção de silagem de milho.

O híbrido B2433 apresenta maior potencial para produção de silagem em relação aos híbridos B2410 e B2688 para as condições da região do Sudoeste do Paraná.

A produção de silagem é maior no período de safra principal.

A adequada escolha do híbrido de milho e da época de plantio, associada ao aumento da densidade de semeadura possibilita ao setor privado a elevação da produtividade de silagem.

## REFERÊNCIAS

- ALVARES, Clayton Alcarde *et al.* Koppens climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 22, n. 6, p. 711–728, 2013.
- ARGENTA, Gilber; SILVA, Paulo Regis Ferreira da; SANGOI, Luís. Arranjo de plantas em milho: análise do estado-da-arte. **Ciência rural**, v. 31, n. 6, p. 1075–1084, dez. 2001.
- BERGAMASCHI, H. Desenvolvimento do déficit hídrico em culturas. In: **Agrometeorologia aplicada a irrigação**. Porto Alegre: UFRGS, 1992. cap. 2, p. 25–32.
- BERUSKI, Gustavo Castilho; SCHIEBELBEIN, Luis Miguel; PEREIRA, André Belmont. Maize yield components as affected by plant population, planting date and soil coverings in Brazil. **Agriculture**, v. 10, n. 12, p. 1–20, 2018.
- BEZERRA, E S; TIESENHAUSEN, I M E V Von; OLIVEIRA, A I G. Valor nutricional das silagens de milho, milho associado com sorgo e rebrotas de sorgo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 22, n. 6, p. 1045–1054, 1993.
- BULL, Leonardo Theodoro; CANTARELLA, Heitor. Cultura do milho: fatores que afetam a produtividade. In: **Simpósio sobre fatores que afetam a produtividade do milho e do sorgo**. Piracicaba: [s.n.], 1993. p. 301. Disponível em: <http://www.sidalc.net/cgi-bin/wxis.exe/?IsisScript=AGB.xis&method=post&formato=2&cantidad=1&expresion=mn=219977>.
- CERICATO, Alceu *et al.* **Análise técnica e econômica de híbridos de milho safra: 2015/2016 submetida a diferentes épocas de semeadura**. 2020.
- COORS, J G; MARDONES, M C. Twelve cycles of mass selection for prolificacy in maize. **Crop Science**, v. 29, n. 2, p. 262–266, 1989.
- COORS, James Grant; CARTER, Paul Russell; HUNTER, Robert Bruce. Silage corn. In: **Corn**. Duxford: Chemistry and Technology, 1994. cap. 10, p. 305–340.
- CRUZ, José Carlos *et al.* **Cutivo do milho**. 2010. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/27037/1/Plantio.pdf>. Acesso em: 10 dez. 2020.
- CUNHA, Elizângela Emídio; LIMA, João Maria Pinheiro de. Caracterização de genótipos e estimativa de parâmetros genéticos de características produtivas de sorgo forrageiro. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, n. 4, p. 701–706, 2010.
- DEMINICIS, Bruno Borges *et al.* Silagem de milho: características agrônômicas e considerações. **Revista Eletrônica de Veterinária**, v. 10, n. 1, p. 1–16, 2009.
- DUARTE, A P; PATERNIANI, M E A G Z. **Fatores bióticos e abióticos em cultivares de milho e estratificação ambiental: avaliação IAC/ CATI/ Empresas – 1999/2000**. Campinas: IAC, 2000. 150 p.

- EDREIRA, Juan I Rattalino; OTEGUI, María E. Heat stress in temperate and tropical maize hybrids: differences in crop growth, biomass partitioning and reserves use. **Field Crops Research**, v. 130, n. 1, p. 87–98, 2012.
- EMBRAPA. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Rio de Janeiro: Empresa Brasileira de Pesquisa agropecuária, 2003.
- EMBRAPA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Rio de Janeiro: Empresa Brasileira de Pesquisa agropecuária, 2013.
- EMYGDIO, Beatriz Marti; IGNACZAK, João Carlos; FILHO, Alberto Cargnelutti. Potencial de rendimentos de grãos de híbridos comerciais simples, triplos, e duplos de milho. **Revista Brasileira de Milho de Sorgo**, v. 6, n. 1, p. 95–103, 2007.
- ENDRES, V C; TEIXEIRA, M R O. População de plantas e arranjo entre fileiras. In: . **Milho: informações técnicas**. Dourados: CPAO, 1997. p. 108–110.
- FANCELLI, Antônio Luiz; NETO, Durval Dourado. **Produção de milho**. Guaíba: Agropecuária, 2000.
- FILHO, Domingos Fornasieri. **Manual da cultura do milho**. [S.l.], 2007.
- FORSTHOFER, Everton Leonardo *et al.* Desempenho agrônômico e econômico do milho em diferentes níveis de manejo e épocas de semeadura. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 41, n. 3, p. 399–407, 2006.
- FREITAS, Marcos Brás *et al.* Produtividade e incidência de grãos ardidos em híbridos de milho cultivados no Sudoeste de Goiás. **Revista Agrarian**, v. 2, n. 4, p. 73–81, 2009.
- GAMA, Elto Eugeio Gomes *et al.* Milho pipoca. **Informativo agropecuário**, v. 14, n. 165, p. 8–12, 1990.
- GOMES, Maximilian de Souza *et al.* Alternativas para seleção de híbridos de milho envolvendo vários caracteres visando a produção de silagem. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 5, n. 3, p. 406–421, 2006.
- JR, Alvadi Balbinot *et al.* Contribuição de componentes de rendimento na produtividade de grãos em variedades de polinização aberta de milho. **Current Agricultural Science and Technology**, v. 11, n. 2, p. 161–166, 2005.
- KLEIN, John Lenon *et al.* Desempenho produtivo de híbridos de milho para a produção de silagem da planta inteira. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 17, n. 1, p. 101–110, 2018.
- LIMA, Sebastião Ferreira de; ALVAREZ, Rita de Cássia Félix; CONTARDI, Lucymara Merquides. Influência do espaçamento entre linhas em características fitotécnicas e acúmulo de massa seca de híbridos de milho. **Ambiência**, v. 12, n. 1, p. 1027–1039, 2016.
- LITTELL RAMON C E MILLIKEN, George A e Stroup Walter W e Wolfinger Russell D e Schabenberger Oliver. **SAS mixed models**. 2006.

MAGALHÃES, P C; DURÃES, F O M. **Fisiologia da produção de milho**. Sete Lagoas, 2006.

MARCHÃO, Robélio Leandro; BRASIL, Edward Madureira; XIMENES, Paulo Alcafor. Interceptação da radiação fotossinteticamente ativa e rendimento de grãos do milho adensado. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 5, n. 1, p. 170–181, 2006.

MELLO, Renius *et al.* Características produtivas e qualitativas de híbridos de milho para produção de silagem. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 4, n. 1, p. 79–94, 2005.

NETO, Durval Dourado *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.

NEUMANN, Mikael *et al.* Potential of corn silage production in different sowing times in the Paraná Midwest region. **Applied Research e Agrotechnology**, v. 9, n. 1, p. 37–44, 2016.

NUSSIO, Luiz Gustavo; CAMPOS, Fábio Prudêncio; DIAS, Francisco Nogueira. Importância da qualidade porção vegetativa no valor alimentício do milho. In: UEM/CCA/DZO, 1. Maringá, 2001.

OLIVEIRA, Gustavo Hugo Ferreira; JUNIOR, Edvaldo Aguiar Oliveira; ARNHOLD, Emmanuel. Comparação de tipos de cultivares de milho quanto ao rendimento de grãos. **Revista Caatinga**, v. 25, n. 2, p. 29–34, 2012.

PALHARES, Marcos. **Distribuição e população de plantas e produtividade de grãos de milho**. Dissertação (Mestrado) — Escola superior de agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, 2003.

PAZIANI, Solidete de Fátima *et al.* Características agronômicas e bromatológicas de híbridos de milho para produção de silagem. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, n. 3, p. 411–417, 2009.

PIMENTEL, Joabe Jobson de Oliveira *et al.* Efeito da suplementação protéica no valor nutritivo de silagens de milho e sorgo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 27, n. 5, p. 1042–1049, 1998.

RESTLE, João *et al.* Silagem de diferentes híbridos de milho para produção de novilhos superjovens. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 35, n. 5, p. 2066–2076, 2006.

ROSA, Joilmaro Rodrigo Perreira *et al.* Avaliação do comportamento agrônômico da planta e valor nutritivo da silagem de diferentes híbridos de milho (*Zea mays* L.). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 33, n. 2, p. 302–312, 2004.

ROSSI, Junior Paulo *et al.* Digestibilidade aparente de dois cultivares de milho, cortados em diferentes alturas, submetidos a ensilagem. **Archives of Veterinary Science**, v. 11, n. 3, p. 58–61, 2006.

SANTOS, Álvaro de Oliveira. **Características agronômicas e degradação de grãos e da planta de milho em diferentes épocas de semeadura e de**

**maturidade**. 61 p. Dissertação (Mestrado) — Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2012.

SANTOS, Patrícia Guimarães *et al.* Avaliação do desempenho agrônômico de híbridos de milho em Uberlândia, MG. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 37, n. 5, p. 597–602, 2002.

SCHEEREN, Bruno Ricardo *et al.* Arranjo populacional para a cultura do milho na região central do Estado de Mato Grosso do Sul. **Acta Scientiarum Agronomy**, v. 26, n. 1, p. 55–60, 2004.

SHARRATT, Brenton S; McWILLIAMS, Denise A. Microclimatic and rooting characteristics of narrow row versus conventional row corn. **Agronomy Journal**, v. 97, n. 4, p. 1129–1135, 2005.

SHIOGA, Pedro Sentaro; OLIVEIRA, Edson lima de; GERAGE, Antônio Carlos. Densidade de plantas e adubação nitrogenada em milho cultivado na safrinha. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 3, n. 3, p. 381–390, 2004.

SHIOGA, Pedro Sentaro; OLIVEIRA, Edson lima de; GERAGE, Antônio Carlos. Densidade de plantas e adubação nitrogenada em milho cultivado na safrinha. **Revista Brasileira de Milho de Sorgo**, v. 3, n. 3, p. 381–390, 2010.

SILVA, Alessandro Guerra Da; FRANCISCHINI, Ricardo; MARTINS, Paula Daiane De Sena. Desempenhos agrônômico e econômico de cultivares de milho na safrinha. **Agrarian**, v. 8, n. 27, p. 1–11, 2015.

SILVA, Edson Cabral *et al.* Doses e épocas de aplicação de nitrogênio na cultura do milho em plantio direto sobre Latossolo Vermelho. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 29, n. 1, p. 353–362, 2005.

SILVA, Paulo Regis Ferreira da *et al.* **Arranjo de plantas e sua importância na definição da produtividade em milho**. Porto Alegre: Evangraf, 2006. 63 p.

STACCIARINI, Thiago de Carvalho Vieira *et al.* Avaliação de caracteres agrônômicos da cultura do milho mediante a redução do espaçamento entre linhas e aumento da densidade populacional. **Ceres**, v. 57, n. 4, p. 516–519, 2010.

VELHO, João Pedro *et al.* Composição bromatológica de silagens de milho produzidas com diferentes densidades de compactação. **Revista brasileira de zootecnia**, v. 36, n. 5, p. 1532–1538, 2007.

VIEIRA, Valmir da Cunha *et al.* Caracterização da silagem de milho, produzida em propriedades rurais do sudoeste do Paraná. **Ceres**, v. 58, n. 4, p. 462–469, 2015.

VILELA, Rafael Gonçalves *et al.* Desempenho agrônômico de híbridos de milho, em função da aplicação foliar de fungicidas. **Bioscience Journal**, v. 28, n. 1, p. 25–33, 2012.

WEAVER, D E *et al.* Effect of maturation on composition and in vitro dry matter digestibility of corn plant parts. **Journal of Dairy Science**, v. 61, n. 12, p. 1782–1788, 1978.

ZEOULA, Lúcia Maria *et al.* Avaliação de cinco híbridos de milho (*Zea mays*, L.) em diferentes estádios de maturação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 32, n. 3, p. 556–566, 2003.