

Viabilidade econômica no cultivo de diferentes genótipos de milho em segunda safra

Economic viability in the cultivation of different corn genotypes in second crop

Viabilidad económica en el cultivo de diferentes genotipos de maíz en segunda cosecha

Recebido: 24/10/2022 | Revisado: 21/11/2022 | Aceitado: 08/01/2023 | Publicado: 10/01/2023

Martios Ecco

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8885-4347>
Pontifícia Universidade Católica do Paraná, Brasil
E-mail: ecco.martios@pucpr.br

Rafael Henrique Finkler

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5308-6408>
Pontifícia Universidade Católica do Paraná, Brasil
E-mail: rafaelrodofinkler@gmail.com

Eduardo André Reis

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3883-0045>
Pontifícia Universidade Católica do Paraná, Brasil
E-mail: eduardoandreis@gmail.com

Resumo

O potencial produtivo do milho está relacionado ao genótipo, que é responsável por parte do rendimento final devido ao potencial genético, tendo relação direta perante condições edafoclimáticas de cada local e o manejo adotado. Desta forma, objetivo do trabalho foi avaliar a viabilidade econômica de genótipos de milho segunda safra em sistema de semeadura direta na região Oeste do Paraná. O experimento foi instalado em delineamento de blocos casualizados com sete genótipos de milho, sendo; híbrido simples, híbrido simples modificado, híbrido duplo, híbrido triplo, variedade, milho crioulo, material caseiro 1 e material caseiro 2 com quatro repetições em espaçamento de 0,45 m. Foram avaliados os componentes de produção da cultura, com exceção da massa de mil grãos. Posteriormente os dados foram submetidos a análise de variância pelo teste F e posteriormente as médias foram submetidas a comparação utilizando o teste de Tukey, pelo software SISVAR. Houve diferenças entre os tratamentos apenas em duas variáveis, onde os materiais de maior variabilidade genética obtiveram maior comprimento de espiga, entretanto, maior falha de formação de grãos na extremidade apical da espiga. Apesar de não haver diferença estatística entre os tratamentos para a produtividade final, pela estimativa realizada, verifica-se a importância de se utilizar materiais certificados e de evolução quanto ao melhoramento genético, onde o uso do híbrido triplo, pode ser mais vantajoso ao produtor rural nesta época de cultivo com base no custo de obtenção do genótipo e por obterem a mesma produtividade.

Palavras-chave: Safrinha; Viabilidade econômica; Híbridos; *Zea mays*.

Abstract

The productive potential of corn is related to the genotype, which is responsible for part of the final yield due to the genetic potential, having a direct relationship with the soil and climate conditions of each location and the management adopted. Thus, the objective of this work was to evaluate the economic viability of corn second crop genotypes in a no-tillage system in the western region of Paraná. The experiment was installed in a randomized block design with seven maize genotypes, as follows; single hybrid, modified single hybrid, double hybrid, triple hybrid, variety, creole maize, homemade material 1 and homemade material 2 with four replicates at 0.45 m spacing. The production components of the crop were evaluated, with the exception of the mass of one thousand grains. Subsequently, the data were submitted to analysis of variance by the F test and later the means were submitted to comparison using the tukey test, by the SISVAR software. There was a difference between the treatments only in two variables, where the materials with the lowest genetic improvement had greater ear length and greater grain formation failure at the end of the ear. Although there is no statistical difference between the treatments for the final productivity, by the estimate performed, it is verified the importance of using certified and evolution materials regarding genetic improvement, where the use of the triple hybrid can be more advantageous to the rural producer. in this growing season based on the cost of obtaining the genotype and for obtaining the same productivity.

Keywords: Safrinha; Economic feasibility; Hybrids; *Zea mays*.

Resumen

El potencial productivo del maíz está relacionado con el genotipo, el cual es responsable de parte del rendimiento final debido al potencial genético, teniendo una relación directa con las condiciones edafoclimáticas de cada localidad y el manejo adoptado. Así, el objetivo de este trabajo fue evaluar la viabilidad económica de genotipos de maíz de

segunda cosecha en un sistema de labranza cero en la región occidental de Paraná. El experimento se instaló en un diseño de bloques al azar con siete genotipos de maíz, así: híbrido simple, híbrido simple modificado, híbrido doble, híbrido triple, variedad, maíz criollo, material casero 1 y material casero 2 con cuatro repeticiones a 0,45 m de espaciamiento. Se evaluaron los componentes productivos del cultivo, con excepción de la masa de mil granos. Posteriormente, los datos fueron sometidos a análisis de varianza mediante la prueba F y posteriormente las medias fueron sometidas a comparación mediante la prueba de tukey, mediante el software SISVAR. Hubo diferencia entre los tratamientos solo en dos variables, donde los materiales con menor mejoramiento genético tuvieron mayor longitud de mazorca y mayor falla en la formación de grano al final de la mazorca. Si bien no existe diferencia estadística entre los tratamientos para la productividad final, por la estimación realizada se verifica la importancia de utilizar materiales certificados y de evolución en cuanto a mejoramiento genético, donde el uso del triple híbrido puede ser más ventajoso para el productor rural. en esta temporada de crecimiento en función del costo de obtención del genotipo y de la obtención de la misma productividad.

Palabras clave: Safrinha; Factibilidad económica; Híbridos; *Zea mays*.

1. Introdução

É perceptível que de maneira geral, o melhoramento vem buscando selecionar genótipos cada vez mais produtivos a ambientes de alto potencial produtivo, objetivando, com isso, identificar os materiais mais responsivos e com estabilidade de produção (Tardin et al., 2017). A avaliação de genótipos em diferentes ambientes é de suma importância para que as empresas produtoras de sementes possam melhor posicionar seus híbridos nos diferentes sistemas de cultivo, em relação aos níveis de investimento tecnológico praticado pelos agricultores.

É fato que uma das formas de maximizar a produtividade de grãos da cultura de milho é a escolha correta do genótipo para condições edafoclimáticas regionais (Hanashiro et al., 2013; Silva et al., 2014; Silva et al., 2015). Por essa razão, a seleção do genótipo, provavelmente, é a decisão de manejo mais importante a ser realizada pelo agricultor (Araújo et al., 2016). Evidências experimentais apontam que a temperatura constitui em um dos fatores de produção mais importante e decisivo para o desenvolvimento do milho, embora a água e demais componentes climáticos exerçam diretamente sua influência no processo (Zucareli et al., 2013).

A identificação de híbridos adaptados às condições edafoclimáticas de cada região de cultivo contribui para obtenção de maiores produtividades de grãos e, conseqüentemente, maior retorno econômico (Pinto et al., 2010; Silva et al., 2015). Portanto, o acompanhamento periódico dos genótipos na região de cultivo preconizada, torna-se uma estratégia valiosa para subsidiar o agricultor na tomada de decisão.

Dos atuais híbridos de milho disponíveis no mercado, destacam-se os simples, duplos e triplos. A definição de cada tipo de híbrido se baseia no número de linhagens envolvidas no cruzamento (Emygdio et al., 2007). Os híbridos simples, pelo maior potencial produtivo, são mais exigentes em condições ambientais favoráveis e, por isso, devem ser recomendados para alta tecnologia (Fornasieri Filho, 2007). Por outro lado, os híbridos duplos, devido sua constituição genética, demonstram maior estabilidade de produção e menor custo de produção. Os híbridos triplos são mais prejudicados aos estresses ambientais em relação aos duplos e, dessa forma, espera-se que apresentem menor produtividade quando comparados aos híbridos simples (Emygdio et al., 2007; Silva et al., 2014).

O custo da semente do híbrido duplo é menor que híbrido simples para a empresa produtora, devido à maior quantidade de sementes obtidas nestes cruzamentos. Segundo Torres (2019), para a semeadura no fim da janela da segunda safra, grande parte dos agricultores estão buscando materiais de custo mais baixo no momento da compra de sementes. Os grandes riscos de perder o investimento fazem crescer a procura por cultivares mais baratas, assim aumenta o interesse em materiais convencionais e mesmo variedades ao invés de híbridos (Torres, 2019).

É notório de que muitos produtores da região Oeste do Estado do Paraná, acreditam de que a escolha de um bom material genético, lhe proporcionará bom rendimento de grãos, independente da espécie vegetal. Isso torna-se mais evidente na safra de milho semeada entre os meses de janeiro a março nesta região, onde é popularmente conhecida como segunda safra ou

“safrinha”. O termo diminutivo “safrinha” se dá, devido a produtividade da cultura do milho geralmente ser inferior quando cultivado na safra normal no verão (primeira safra), pois geralmente as condições climáticas da segunda safra são menos favoráveis em relação a primeira safra.

Em contrapartida, existem na região produtores que utilizam de materiais caseiros, ou seja, produzidas na própria propriedade para uso próprio na implantação de área comercial. Para obtenção destes materiais, é comum o produtor rural selecionar genótipos de características desejáveis que geralmente são híbridos simples e realizar a polinização com outro híbrido simples também de característica desejável. Além de ser um material caseiro, este cruzamento realizado pelo próprio produtor rural resulta conseqüentemente em um híbrido duplo.

Mesmo ocorrendo este tipo de prática, vale ressaltar que é uma prática ilegal de acordo com a lei nº 9.456, de 25 de abril de 1997, regulamentada pelo Decreto nº 2.366, de 5 de novembro de 1997, do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), que fica encarregado de efetuar os registros por meio do Serviço Nacional de Proteção de Cultivares (MAPA, 2020).

De acordo com Brasil (2011), a lei permite a produção de sementes para uso próprio, mas o produtor pode usá-las apenas na safra seguinte, salvando as sementes da colheita anterior, sem efetuar cruzamentos artificiais. Torna-se impedido a comercialização de cultivares por terceiros não autorizados através da proteção de novas cultivares, bem como seu material de reprodução ou multiplicação comercial em todo o território nacional (MAPA, 2020).

A produção de híbridos de milho só é possível por meio de associação de empresas portadoras de sementes básicas com o produtor rural possuindo Registro Nacional de Sementes e Mudas (RENASSEM), o qual recebe por disponibilizar de área, infraestrutura e mão de obra dentro de padrões estabelecidos em normativas do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), não podendo fazer a comercialização das sementes posteriormente, pois o material ali desenvolvido é de posse da empresa (Diário Oficial da União, 2020).

O milho híbrido é conceituado como a primeira geração do cruzamento entre linhagens endogâmicas ou de variedades de polinização aberta, assim, explora uma valiosa contribuição prática do melhoramento genético ao ser humano e à agricultura mundial, que é o "vigor de híbrido" (ou heterose), onde ocorre o incremento de características qualitativas e quantitativas em uma planta oriunda de um cruzamento, de tal modo que se diferencie da média dos pais, podendo ser observados em vários caracteres como altura da planta, produtividade, vigor, tolerância, até outras menos evidentes (Zôrzo, 2019).

A maior variabilidade genética das variedades não é garantia de maior lucratividade a produtores com baixa capacidade de investimento em manejo. Por outro lado, a utilização de híbridos simples com alto potencial produtivo mostra-se economicamente mais vantajosa em sistemas de produção com alto investimento em manejo (Padilha, 2014). Porém, ressalta-se que as condições climáticas e adaptação dos genótipos a estas condições, podem ser as principais razões antes do posicionamento do mesmo para cultivo pelo produtor rural.

Em cultivos de alto e médio investimento com manejo e uso de insumos, as cultivares de polinização aberta têm promovido produtividades inferiores aos híbridos (Oliveira et al., 2017). Entretanto, a utilização de variedades, de menor custo de semente, pode ser economicamente vantajosa para semeadura em segunda safra. Enquanto por outro lado, a utilização de milhos especiais, voltados para nichos de mercado, como por exemplo: Milhos com maiores pontos em bromatológica voltado para silagem, milhos adaptados a região subtropical, pode representar uma estratégia para obtenção de maior sustentabilidade econômica na atividade (Passos et al., 2018; Suzukawa et al., 2018).

A recomendação e o uso de cultivares adaptadas às condições edafoclimáticas para cada região de cultivo é fator essencial para que o produtor obtenha altas produtividades no desenvolvimento da atividade agrícola. Sendo muito grande a oferta de cultivares de milho no mercado de sementes melhoradas, por ser a interação genótipo x ambiente expressiva fonte de variação, na qual a influência de efeitos aditivos por ambiente é fator significativo na manifestação da variância fenotípica,

torna-se fundamental verificar o desempenho agrônômico de cultivares recomendadas para regiões específicas de cultivo (Hanashiro et al., 2013).

Desta forma, a utilização de genótipos sem a devida avaliação de sua adaptabilidade à região e época de produção podem contribuir para a ocorrência de acentuado nível de estresse, resultando em menores produtividades. Portanto, objetivo do trabalho foi avaliar a viabilidade econômica de genótipos de milho segunda safra em sistema de semeadura direta na região Oeste do Paraná.

2. Metodologia

O experimento foi desenvolvido na fazenda experimental da Pontifícia Universidade Católica do Paraná PUCPR, campus Toledo, no ano agrícola 2021, localizada entre as coordenadas 24° 43' 14" S e 53° 43' 56" W, a uma altitude média de 557 m. O clima da região segundo Köppen é classificado como sendo subtropical úmido (Cfa), com verões quentes e geadas pouco frequentes, com tendências de concentrações das chuvas nos meses de verão, sem estação de seca definida, e o solo da área experimental é classificado como Latossolo Vermelho distroférico típico (Embrapa, 2018).

Para se verificar a influência das condições meteorológicas durante o período de implantação até a colheita deste experimento, foram coletados os dados da Estação Meteorológica da PUCPR, campus Toledo, agrupando os dados climáticos no gráfico de maneira semanal, sendo apresentado na Figura 1 nos resultados.

O trabalho foi conduzido a campo, onde foi realizada a amostragem de solo, na qual foram retiradas 15 amostras simples, com o auxílio de uma enxada para a retirada dos restos culturais e, para que posteriormente com auxílio de um trado holandês foi feita a amostragem a uma profundidade de 0-20 cm, em que a área foi percorrida em ziguezague. As amostras foram todas colocadas em um balde de polietileno preto com capacidade de 10 L, para que posteriormente o solo fosse misturado homogeneamente, obtendo uma amostra composta com aproximadamente 300 g, na qual foi transferida para um saco plástico limpo identificado e encaminhado ao laboratório de análises de solo, para determinação dos teores dos elementos químicos conforme metodologia proposta por Raij et al. (2001).

O experimento foi instalado no dia 15 de março de 2021, com uso de uma semeadora em sistema de semeadura direta, distribuindo as sementes em linha a uma profundidade média de 5 cm, espaçamento de 0,45 m entre linhas e 0,28 m entre plantas obtendo, portanto, uma densidade populacional de 56000 plantas ha⁻¹. Juntamente a semeadura foi realizada adubação de base de 330 kg ha⁻¹ do formulado 10 - 15 - 15 (NPK), ainda foi realizado adubação de cobertura com ureia 46% N, no estádio V8, para expressar o maior potencial produtivo dos genótipos.

Foram utilizados diferentes genótipos de milho; variedade (IPR 164), milho crioulo (IAPAR), híbridos simples (MG593 PWU), simples modificado (MG652 PWU), triplo (20A78 PWU), além de dois diferentes materiais “caseiros”, ou seja, produzidos pelos próprios produtores da região.

O delineamento experimental em que foi conduzido foi o de blocos casualizados (DBC), utilizando 7 tratamentos e 4 repetições de cada genótipo de milho, onde eles foram implantados em parcelas 23 m² (3,2 x 7 m), contendo 7 linhas com espaçamento de 0,45 m entre linhas e 0,28 m entre plantas, total de 644 m². Foram constituídos da seguinte forma: T1 – Variedade, T2 – híbrido simples; T3 – híbrido duplo; T4 – híbrido triplo; T5 – material caseiro 1; T6 – material caseiro 2; T7 – Milho Crioulo. Todos os genótipos foram semeados na mesma data, pois todos apresentam ciclo semelhante, menos os caseiros devido à não existência de respaldo técnico, além do que, estes foram implantados em mesma localidade, portanto, tendo as mesmas condições de desenvolvimento. Todos os genótipos foram submetidos a tratamento de semente (TS) antes da semeadura, receberam controle de plantas daninhas, pragas e doenças, além das mesmas doses e fontes nutricionais.

Todos os materiais híbridos continham a biotecnologia PWU (PowerCore Ultra) que conferem auxílio à proteção contra as populações suscetíveis dos principais lepidópteros da parte aérea, portanto, o milho geneticamente modificado, no

qual foram introduzidos genes específicos da bactéria de solo *Bacillus thuringiensis* (Bt), que promove na planta a produção de uma proteína tóxica específica para determinados grupos de insetos. Assim, o milho Bt é uma cultivar de milho resistente a determinadas espécies de insetos sensíveis a essa toxina (Embrapa, 2013), podendo citar; lagarta-do-cartucho (*Spodoptera frugiperda*), broca-do-colmo (*Diatraea saccharalis*) lagarta-armígera (*Helicoverpa armigera*) e lagarta-da-espiga (*Helicoverpa zea*), e proteção auxiliar superior à cultura contra lagartas de solo, como a lagarta-elasma (*Elasmo palpus lignosellus*) e lagarta rosca (*Agrotis ipsolon*). As plantas transgênicas com proteínas Bt têm a vantagem de oferecer maior auxílio à proteção contra danos causados por importantes insetos-praga durante todo o ciclo da planta.

Normalmente as empresas de sementes já direcionam suas cultivares de acordo com as suas regiões de adaptação, com as principais doenças, com o sistema de produção predominante, com as exigências do mercado e com o perfil dos agricultores.

Os tratos culturais foram realizados conforme necessidade, onde o controle de plantas invasoras foi realizado por meio de capinas manuais até o estágio V10, onde havia presença de buva (*Conyza bonariensis*) e trapoeraba (*Commelina benghalensis*). Já para controle de pragas, foi realizada aplicação do inseticida Expedition, ação de contato e ingestão dos grupos químicos das Sulfoxaminas (Sulfoxaflo) e Piretroides (Lambda-cialotrina) com a dose de 300 mL ha⁻¹ no estágio V3, conforme escala fenológica de Ritchie et al. (1993).

Foram desconsideradas duas fileiras laterais e 1 m de plantas de cada extremidade das linhas por parcela, eliminando assim as variações de intensidade de luz, água e nutrientes ocasionados pelas distâncias de separação das parcelas. Após ter delimitado a área útil de cada parcela, respeitando as margens a serem desconsideradas de 1 m para as extremidades, foram mensurados aleatoriamente 06 plantas por parcela, para coletar os dados. Estas plantas foram medidas com trena ainda na parcela de forma manual, sendo avaliados: altura de inserção da espiga e o diâmetro de colmo, com auxílio de uma trena e paquímetro.

As espigas foram devidamente medidas com trena para obter seu comprimento e, um paquímetro para mensurar seu diâmetro médio. Após estas mensurações, foi contabilizado o número de fileiras de grãos por espiga (NFG) e, o número de grãos por fileira (NGF), sendo desconsiderados grãos inferiores a metade do tamanho normal deles. Não foi possível obter os dados de massa de mil grãos (MMS), pois a geada paralisou a fase de enchimento de grão devido a morte das plantas por meio do congelamento do conteúdo líquido das células, levando o rompimento dos vasos condutores de seiva das plantas.

A produtividade por hectare foi definida pela estimativa utilizando o método de Reetz (1987), onde foram colhidas 6 espigas por parcela, para contabilizar o número de fileiras e, o número de grãos por fileira, assim como a contabilização do número de espigas em 4 m² e que serão debulhadas manualmente e com a massa dos grãos colhidos de cada espiga através de balança eletrônica de precisão, a fim de atingir melhor exatidão dos dados computados. Neste método, pode estimar a produtividade com a seguinte expressão:

Produtividade (ton ha⁻¹ a 15,5% de umidade) = A x B x C x 0,01116 x 0,063 em que:

A: número de espigas em 4 m²;

B: número de fileiras de grãos da espiga;

C: número de grãos por fileira, utilizando uma média de 3 fileiras de grãos por espiga, desconsiderando os grãos menores que a metade de um grão normal, presentes na extremidade da espiga;

0,01116: fator de correção do método;

0,063: valor para transformação de bushels por acre (bu A⁻¹) para ton ha⁻¹.

A fase de enchimento de grãos no milho é a mais importante na definição da massa de grãos por espiga. A perda de folhas por períodos de estresse hídrico, deficiências nutricionais ou por pragas e doenças, determina a perda no peso de grãos e

a falha no enchimento da ponta da espiga, denominada de “chupeta” (Souto, 2020), onde foi mensurado por meio de uma trena a extremidade da espiga que não continha grãos e com grãos inferiores a 50% do tamanho dos grãos normais.

Os resultados das variáveis fenotípicas, componentes de produção da cultura, e a produtividade, foram tabulados e submetidos à análise de variância em função do nível de 5% de significância pelo Teste de F, e havendo significância, as médias qualitativas serão comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, utilizando o programa estatístico SISVAR 5.6 - Sistema para análise de variância (Ferreira, 2011).

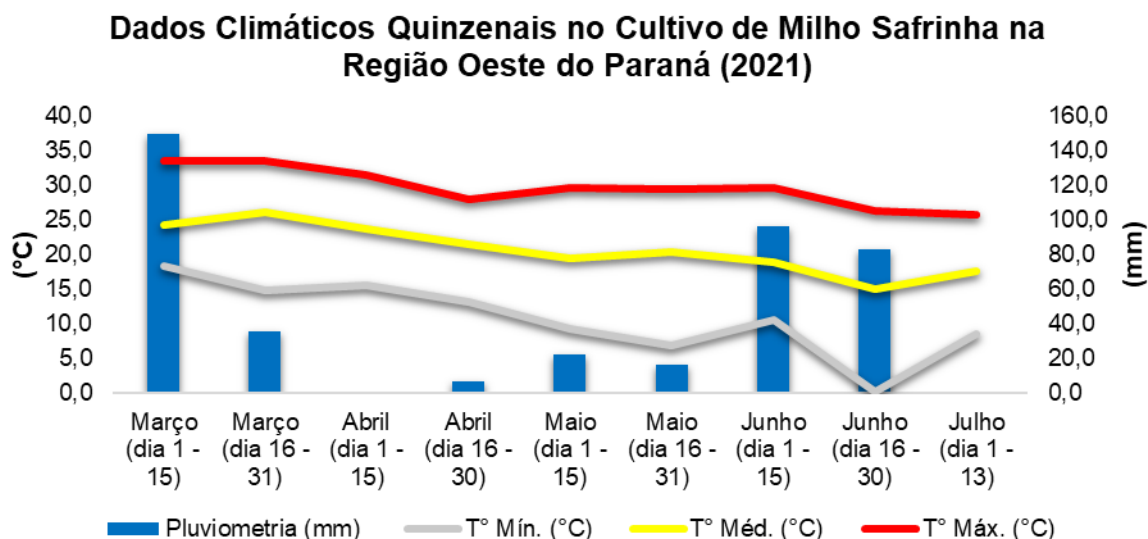
3. Resultados e Discussão

A análise de solo apresentou os seguintes resultados conforme a coleta realizada na área experimental: pH (CaCl₂) 5,40; H⁺ + Al³⁺ 4,96 cmol_c dm⁻³; Ca²⁺ 5,70 cmol_c dm⁻³; Mg²⁺ 2,33 cmol_c dm⁻³; K⁺ 0,65 cmol_c dm⁻³; capacidade de troca de cátions (T) 13,64 cmol_c dm⁻³; P (Mehlich 1) 24,99 mg dm⁻³; saturação por bases 63,64 %; e matéria orgânica (MOS) 44,94 g dm⁻³.

O solo apresenta boa fertilidade para desenvolvimento da cultura, considerando que o teor de Ca²⁺, Mg²⁺, K⁺ e P estão com índices elevados facilitando assim sua disponibilidade no solo. Estes teores juntamente com o pH e a relação Ca/Mg 2,45 cmol_c dm⁻³ são os parâmetros que indicam um solo que precisa de uma correção, então de acordo com os resultados da análise de solo foram calculados pelo modelo estequiométrico 4.240 kg ha⁻¹ de calcário calcítico ao PRNT de 85%, elevando a participação do cálcio há 65% e magnésio 17% na CTC.

Por meio da coleta de informações da Estação Meteorológica da PUCPR, campus Toledo, foi possível realizar o agrupamento os dados climáticos na Figura 1 de maneira semanal.

Figura 1 - Dados meteorológicos registrados no município de Toledo-PR durante o período de condução do milho safrinha de 2021.



Fonte: Estação meteorológica da PUCPR – Toledo.

A situação meteorológica durante a condução e manejo do campo apresentou-se em grandes extremos, os quais são característicos no período de cultivo de safrinha na região Oeste Paraná. Assim como apresentado na figura 01, o regime hídrico foi consideravelmente baixo e heterogêneo durante o ciclo da cultura do milho, apresentando um período de estiagem no mês de abril.

Já as temperaturas tenderam a diminuir devido a transição da estação de outono para o inverno, resultando em diminuição de um fator determinante na cultura do milho, o acúmulo de graus dia. Ainda no período de enchimento de grãos (R4 - grão pastoso), houve a ocorrência de severas geadas, com temperaturas mínimas em torno de 0°C, assim comprometendo o potencial produtivo dos materiais e, proporcionando uma avaliação antecipada dos genótipos.

Após 3 dias a geada do dia 06 de julho, foram coletadas as informações sobre os componentes de produção e fenotípicas dos diferentes genótipos, onde os mesmos após tabulados forma submetidos a teste estatístico e obtido a análise de variância assim como a comparação entre as médias de cada variável analisada, conforme tabelas 1 e 2.

Foi constatado que não houve efeito significativo para estande de plantas, altura de inserção de espiga, diâmetro de colmo e de espiga entre os diferentes genótipos, em que apenas o comprimento de espiga foi maior para o genótipo variedade em relação ao híbrido simples modificado e igual para os demais genótipos (Tabela 1).

Tabela 1 – Médias, média geral, valores de F e coeficiente de variação (CV), para as variáveis: Estande de plantas por metro linear (EST), altura de inserção de espiga (AIE), diâmetro de colmo (DC), comprimento de espiga (CE), e diâmetro de espiga (DE) em função de diferentes genótipos de milho cultivados em segunda safra, conduzido em Toledo – PR, safrinha 2021.

Fonte de variação	EST	AIE	DC	CE	DE
Genótipos de milho	n°	cm	cm	cm	cm
Variedade	2,05	53,62	1,91	18,16 a	3,67
Híbrido simples	1,95	55,37	1,93	16,93 ab	3,91
H. S. modificado	1,95	55,58	1,77	16,10 b	4,07
Híbrido triplo	1,95	55,00	1,87	16,77 ab	4,14
Caseiro 1	1,90	61,83	1,97	16,75 ab	4,19
Caseiro 2	2,05	55,18	1,85	16,93 ab	4,08
Crioulo	1,95	58,52	1,94	16,50 ab	3,92
Valor de F	0,94 ^{ns}	0,62 ^{ns}	0,33 ^{ns}	0,10*	0,15 ^{ns}
Média geral	1,97	56,44	1,89	16,88	4,00
CV	11,01	11,46	6,31	5,19	6,6
DMS	0,50	15,12	0,27	2,04	0,61

Nota: ^{ns}: não significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de F; *: significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F. Legenda: Variedade 164 IPRO; Híbrido simples MG 593 PWU; Híbrido simples modificado MG 652 PWU; Híbrido triplo 20A78 PWU; Material caseiro 1; Material caseiro 2 e Variedade CR 18 C. Fonte: Autores (2021).

O estande de plantas dos diferentes genótipos teve a mesma influência da carência de disponibilidade de água no solo, assim, mesmo tendo suficiência para germinação, após, associada as altas temperaturas no início de desenvolvimento se observava algumas sementes com coleótilo necrosado. Desta forma, houve a diminuição do estande esperado de 2,7 sementes m⁻¹ para uma média de 1,9 sementes m⁻¹, acarretando diminuição de potencial produtivo, devido à redução de plantas por área, consequentemente reduzindo número de espiga e grãos por área de cultivo.

O desempenho agrônomico dos híbridos não foi influenciado pelo estande final de plantas e o número de espigas colhidas, pois os resultados foram semelhantes. Em estudo realizado por Araújo et al. (2013), foi constatada variação no estande final entre híbridos e variedades, prejudicando a produtividade de grãos de um híbrido simples.

Devido à escassez de água durante o período de definição de todas as potenciais folhas que a planta eventualmente poderá possuir (estádios V3-V5) e o período de alongação das células do colmo (estádio V8), que se desenvolveu durante o início do mês de abril até meados de maio, houve um grande declínio no índice de chuvas (Figura 01), proporcionando notória diminuição na altura das plantas, sendo esta característica observada em todos os tratamentos, não havendo diferença significativa entre os mesmos. Vinculado a isto, conseqüentemente se apresentou menor diâmetro de colmo em comparação a situações adequadas de cultivo, também não havendo diferença significativa entre os tratamentos.

Na avaliação dos componentes de produção e produtividade de grãos, os híbridos demonstram resultados diferenciados. Logo, supõe que a variação dos resultados seja explicada pela interação genótipo x ambiente. O comprimento da espiga foi maior para o Híbrido simples e Variedade, pelo fato do seu maior ciclo. A seleção de genótipos específicos para cada local, de genótipos estáveis através dos locais, a seleção de genótipos responsivos com alta adaptabilidade à melhoria do ambiente e seleção pelos três atributos de produtividade, estabilidade e adaptabilidade, simultaneamente apresentam a seleção do mais adaptado ao ambiente (Torres et al., 2015).

Em relação às características morfológicas das plantas, como altura de inserção de espiga, não houve variação significativa dos resultados. Nesse sentido não houve genótipos que se destacaram, por conta da geada, já descrita acima. No quesito comprimento de espiga, o tratamento contendo o material variedade se sobressaiu sobre o híbrido simples modificado, que obteve melhor resultado que os tratamentos HS, HT, Caseiro 1, Caseiro 2 e crioulo, sendo estes sem diferença significativa neste fator.

Pelo fato da ocorrência de condições meteorológicas estressantes, o material Variedade pode ter se sobressaído segundo Langner (2018) devido ao grande nível de variabilidade genética que conferiu maior estabilidade de produção em relação aos híbridos, porém, normalmente possuem menor potencial produtivo.

O tamanho da espiga contribui muito para a definição da produção, especialmente quando o número de espigas por área for pequeno. Entretanto, nos 23 programas de melhoramento, este parâmetro deve ser avaliado com critério, estando intimamente ligado ao grau de heterose do material, atuando diretamente na capacidade produtiva da cultivar (Fancelli e Dourado Neto, 2000).

No diâmetro de espigas não houve diferença significativa entre os tratamentos, sendo apresentado como igualitário pelos parâmetros estatísticos.

De maneira similar as variáveis apresentadas na tabela 1, a maior parte das variáveis analisadas na tabela 2 também não apresentaram variação significativas conforme os diferentes genótipos avaliados, com exceção do número de fileiras de grãos por espiga e do comprimento de falha na espiga.

Tabela 2 – Médias, média geral, valores de F e coeficiente de variação (CV), para as variáveis: Número de espigas por planta (NE), número de fileiras por espiga (NFE), número de grãos por fileira (NGF), comprimento de falha na espiga (CF), produtividade (PROD) em função de diferentes genótipos de milho cultivados em segunda safra, conduzido em Toledo – PR, safrinha 2021.

Fonte de variação	NE	NFE	NGF	CF	PROD
Genótipos de milho	n°	n°	n°	cm	Kg ha ⁻¹
Variedade	1,00	13,25 b	20,33	5,91 c	3449,34
Híbrido simples	1,00	16,00 a	24,45	2,85 a	4751,74
Híbrido S. modificado	1,00	16,41 a	22,62	4,06 abc	4565,98
Híbrido triplo	1,00	16,00 a	24,83	3,79 ab	4816,39
Caseiro 1	1,08	16,16 a	22,20	4,27 abc	4215,20
Caseiro 2	1,00	16,08 a	20,46	4,81 abc	4197,26
Crioulo	1,00	16,16 a	20,50	5,89 bc	4031,62
Valor de F	0,45 ^{ns}	0,00*	0,09 ^{ns}	0,00*	0,21 ^{ns}
Média geral	1,01	15,62	22,20	4,51	4.289,65
CV	6,16	5,13	11,51	20,03	17,73
DMS	0,14	1,88	5,97	2,11	1777,27

Nota: ns: não significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de F; *: significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F. Legenda: Variedade 164 IPRO; Híbrido simples MG 593 PWU; Híbrido simples modificado MG 652 PWU; Híbrido triplo 20A78 PWU; Material caseiro 1; Material caseiro 2 e Variedade CR 18 C. Fonte: Autores (2021).

De maneira geral, o número de espigas por planta não deferiu significativamente entre os tratamentos, deste modo, nas situações estressantes abióticas, os materiais não apresentaram característica prolífica.

Em milho, a prolificidade útil (produção de uma espiga principal e outras uma ou duas espigas subapicais produtivas, por planta), especialmente visando a melhoria produtiva de genótipos está associada com níveis de nitrogênio e densidade populacional, bem como de outras interações complexas com os diversos fatores ambientais, como luz, fotoperíodo, temperatura, água, nutrientes, e comportamento hormonal (endógeno e exógeno) (Elias et al., 2010). O genótipo e as inúmeras interações com fatores ambientais induzem, diferencialmente, a extrusão das gemas laterais, produzindo órgãos reprodutivos e/ou vegetativos secundários ou terciários. Resultam, daí, a prolificidade útil (benéfica, do ponto de vista do rendimento e/ou a fasciação (prolificidade desorganizada: extrusão de inúmeras gemas no pedúnculo da espiga, com desperdício de energia metabólica e produção de fitomassa - sabugo, estilo-estigma (cabelo), brácteas (palha da espiga) com reduzida ou inexistente formação de grãos (Durães, 1999).

No presente estudo, não foi possível identificar a presença do CMV (Complexo de mollicutes e vírus), por conta da geada que matou as plantas, que se tornou um grande problema, causada por pragas que se tornaram primárias para cultura do milho, como a cigarrinha (*Dalbus maidis*) e pulgão alado (*Rhopalosiphum maidis*). O CMV é composto por quatro doenças distintas que podem ou não ocorrer simultaneamente. São dois tipos de enfezamento (pálido e vermelho), o vírus da risca, que tem como principal vetor a cigarrinha-do-milho, e a virose do mosaico com o pulgão do milho como vetor.

Notamos novamente um destaque na variedade, cumprindo com seu papel, variabilidade genética, automaticamente se tornando mais adaptável e passando por condições adversas sempre com sua média produtiva com os outros aspectos de produtividade no quesito tolerância ao CMV.

O número de fileiras por espiga resultou em superioridade de todos os genótipos avaliados perante o material variedade, como citado anteriormente, os materiais de grande variabilidade genética apresentam melhor comportamento em situações de clima atípico, porém, com menor expressão de potencial produtivo, isso acontece por seu PMG (Peso de mil grãos) ser menor e pelas características produtivas de número de fileiras de grãos por espiga.

Esses resultados foram coerentes com os obtidos por Kappes et al. (2011), que também verificaram nos híbridos, uma grande variação nos resultados, com espigas maiores para uma variedade. Todavia, contradiz os resultados obtidos por Perin et al. (2009) e Zucareli et al. (2013), pois os autores não observaram variação no comprimento da espiga nos genótipos avaliados. Já o número de grãos formados por fileira, não deferiu significativamente entre os tratamentos. É no estágio V12 que se inicia um dos períodos considerados mais críticos na expressão do potencial produtivo dos genótipos de milho, onde começa a definição do número de óvulos, potenciais grãos por espiga, bem como o tamanho da mesma (Ritchie et al., 1993). Este período de desenvolvimento da cultura ocorreu em meados do mês de maio a junho, onde iniciou-se um período de elevação do regime hídrico, o que favoreceu um desempenho mais satisfatório em meio a condição desfavorável de desenvolvimento.

No estudo de Vilela et al. (2012), os autores também observaram variação desse componente da produção em função do híbrido e ainda ressaltam que o número de grãos por fileira está diretamente relacionado com o comprimento médio da espiga, pois com espigas mais compridas temos maiores quantidades de grãos na mesma. No presente estudo, a maior falha por fileira foi encontrada em espigas que tiveram maior comprimento.

O comprimento de falha nas espigas variou entre os tratamentos, de modo que o híbrido simples obteve menor falha que os demais, sendo subsequente o híbrido triplo, onde diferenciaram-se do genótipo variedade que obteve maior falha. Em seguida, após os híbridos simples e triplo, o híbrido simples modificado, caseiro 1 e caseiro 2, sem diferença significativa, e inferior a estes, o material crioulo. Por fim, com o maior tamanho de falha, o material variedade, inferior a todos os tratamentos.

Fatores que podem ter vindo a agregar falhas nas espigas durante a condução do ensaio de pesquisa podem ser listados como os mais possíveis a polinização e a fecundação. De acordo com Souto (2020), estão associadas a falhas por polinização a inviabilidade de grãos de pólen por temperaturas elevadas associadas a baixa umidade do ar, a “janela” de polinização dos materiais serem diferentes, ou também devido a interferência do clima perante a maturidade das estruturas reprodutivas da planta, resultando em atraso ou adiantamento de aptidão da estrutura masculina para com a feminina, sendo o milho uma planta protândrica. Já as falhas resultantes da fecundação estão também associadas a coincidir a maturidade das estruturas reprodutoras, além de casos que a planta se encontra em estresse, mais comumente hídrico, onde ocorre a degeneração de grãos apicais devido a competição entre os mesmos por nutrientes e água.

A produtividade não se diferenciou significativamente entre os tratamentos, sendo considerados iguais pelos parâmetros estatísticos. Considerando as situações adversas que o cultivo enfrentou durante a condução, as respostas produtivas podem ser consideradas positivas, obtendo uma média dos tratamentos de 4.289 Kg ha⁻¹. A diferença percentual de produtividade entre HT e HS foi de 1,33% apenas e, em relação a variedade chegou a mais de 28%.

Costa et al., (2010), avaliaram 55 híbridos sintetizados, ou seja, originados de um mesmo conjunto de linhagens de milho e 9 híbridos comerciais submetido a diferentes ambientes e, encontraram uma variação de produtividade de 26, 22,1 e 14,48% entre os híbridos simples (HS), triplos (HT) e duplos (HD) com maior e menor produtividade. Estes autores verificaram que HT e HD, tiveram mesma produtividade que HS, mas encontraram que houve diferenças entre HS de diferentes empresas e sintetizados. Entretanto, a análise de variância não detectou diferenças entre os tipos de híbrido, o que

indica que, em média, tanto híbridos simples quanto híbridos triplos e duplos tem produtividade semelhante. Em relação aos diferentes ambientes (regiões e densidades) em média, os híbridos duplos apresentaram maior estabilidade que os simples e triplos. Já no trabalho de Machado et al. (2008), observaram que o melhor híbrido simples foi 3,3% superior ao melhor híbrido duplo.

Na obtenção dos genótipos utilizados neste experimento, foi realizado o levantamento de custo de cada material, onde; híbrido simples, R\$ 850,00 equivalentes a 60 mil sementes (1 saco de aproximadamente 20 kg); híbrido simples modificado, R\$ 800,00 equivalentes a 60 mil sementes; híbrido triplo, R\$ 500,00 equivalentes a 60 mil sementes; variedade, R\$ 25,00 equivalentes a 1 kg de sementes, ou seja, em torno de R\$ 250,00 em comparação a aproximadamente o mesmo volume dos materiais acima citados; crioulo, R\$ 8,00 equivalentes a 1 kg de semente; caseiro 1, R\$ 12,00 equivalentes a 1 kg de semente e caseiro 2, R\$ 15,00 equivalentes a 1 kg de semente.

Como os manejos foram os mesmos, o custo de produção variou conforme o valor quanto a semente. Portanto, com base na situação real deste experimento onde a geada comprometeu todos os genótipos, o menor prejuízo se dará ao produtor que utilizaria um genótipo mais barato. Já levando em consideração os valores de estimativa de produtividade, onde não houve diferença estatística, entretanto, podemos afirmar que em comparação ao HS e o HT a diferença em termos numéricos foi de pouco mais de um saco por hectare. Contudo, o custo do HT é de R\$ 350,00 inferior ao HS, permitindo que o produtor escolha para esta situação de cultivo, materiais certificados, com eventos tecnológicos, entretanto, de maior adaptabilidade as condições estressantes e de menor custo como o HT em relação ao HS.

4. Conclusão

Com o levantamento das informações, é notório que a escolha do genótipo é uma tarefa muito difícil ao agricultor. Ele deve levar em consideração todas as informações que conseguir junto às empresas, assistência técnica e pesquisa, de forma a ajustar a cultivar escolhida ao seu sistema de produção, principalmente levando em consideração que todos os anos novas cultivares são lançadas no mercado.

Como nesta safra 2021 houve ocorrência de geadas, dificilmente haverá colheita de milho com essa condição de semeadura tardia aliada a geada no ciclo. Portanto, quanto menor for o seu gasto, menor será o seu prejuízo, visto que não haverá receita no seu caixa.

Com base na estimativa de produtividade, sugere-se o cultivo de sementes certificadas de menor potencial de produção, mas com maior tolerância as condições estressantes conforme a época de semeadura, neste caso, um híbrido triplo.

Recomendamos novas avaliações com outros híbridos, pois como relatado neste trabalho, há variação de produtividade em um mesmo tipo de híbrido, pois há variação em sua genética devido ao cruzamento de diferentes linhagens.

Referências

- Araújo, A. V., Brandão Jr, D. S., Ferreira, I. C. P. V., Costa, C. A. & Porto, B. B. A. (2013). Desempenho agrônômico de variedades crioulas e híbridos de milho cultivados em diferentes sistemas de manejo. *Revista Ciência Agrônômica*, 44(4), 885-892.
- Araújo, L. S., Silva, L. G. B., Silveira, P. M., Rodrigues, F., Lima, M. L. P. & Cunha, P. C. R. (2016). Desempenho agrônômico de híbridos de milho na região sudeste de Goiás. *Revista Agro@mbiente On-line*, 10(4) 334-341.
- Brasil. (2011). *Guia de inspeção de campos para produção de sementes* / Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. (3a ed.), MAPA/acs.
- Costa, E. F. N., Souza, J. C., Lima, J. L. & Cardoso, G. A. (2010). Interação entre genótipos e ambientes em diferentes tipos de híbridos de milho. *Pesquisa agropecuária brasileira*, Brasília. 45(12), 1433-1440.
- Diário Oficial da União. *Decreto nº 10.586, de 18 de dezembro de 2020*. Disponível em: <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/decreto-n-10.586-de-18-de-dezembro-de-2020-295257581>
- Durães, F. O. M. (1999). Prolificidade. *Revista cultivar*, 36-37.

- Elias, H. T., Vogt, G. A., Vieira, L. C., Pinho, R. G. V., Naspolini, V. & Cover, C. (2010). *Melhoramento genético do milho*. In: Filho, J. A. W.; Elias, H. T. (Org.). *A cultura do milho em Santa Catarina*. Florianópolis: Epagri, 414-480.
- Embrapa. (2013). *Sistema brasileiro de classificação de solos*. (2a ed.), Embrapa Solos.
- Embrapa. (2018). *Sistema brasileiro de classificação de solos*. (5a ed.), EMBRAPA – NPS.
- Emygdio, B. M., Ignaczak, J. C. & Cargnelutti Filho, A. (2007). Potencial de rendimentos de grãos de híbridos comerciais simples, triplos, e duplos de milho. *Revista Brasileira de Milho de Sorgo*. 6, 95-103.
- Fancelli, A. L. & Dourado Neto, D. (2000). *Produção de milho*. Guaíba: Agropecuária.
- Ferreira, D.F. (2011). Sisvar: A computer statistical analysis system. *Ciência e Agrotecnologia*, Lavras. 35(6),1039-1042.
- Fornasier Filho, D. (2007). *Manual da cultura do milho*. Funep.
- Hanashiro, R. K., Mingotte, F. L. C. & Fornasier Filho, D. (2013). Desempenho fenológico, morfológico e agrônomico de cultivares de milho em Jaboticabal-SP. *Científica*, Jaboticabal. 41(2), 226–234.
- Kappes, C., Andrade, J. C. A., Arf, O., Oliveira, A. C., Arf, M. V. & Ferreira, J. P. (2011). Desempenho de híbridos de milho em diferentes arranjos espaciais de plantas. *Bragantia*, Campinas. 70(2), 334-343.
- Lagner, J. A. *Milho Crioulo e Melhorado: Tolerância a Deficiência Hídrica na Perspectiva de Segurança e Soberania Alimentar*. (2018). Tese (doutorado) - Universidade Federal de Santa Maria, Centro de Ciências Rurais, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, RS.
- Machado, J. C., Souza, J. C., Romalho, M. A. P. & Lima, J. L. (2008). Estabilidade de Produção de Híbridos Simples e Duplos de Milho Oriundos de um Mesmo Conjunto Gênico. *Bragantia*, 67(3), 627-631.
- Mapa, (2020). Serviço Nacional de Proteção de Cultivares – SNPC. *Informações aos Usuários de Proteção de Cultivares*. Disponível em: https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/insumos-agropecuarios/insumos-agricolas/protacao-de-cultivar/informacoes_publicacoes/informacoes-aos-usuarios-do-snpc-fevereiro-de-2020
- Oliveira, I. Jr., Atroch, A. L., Dias, M. C., Guimarães, L. J. & Guimarães, P. E. O. (2017). Seleção de cultivares de milho quanto à produtividade, estabilidade e adaptabilidade no Amazonas. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília. 52(6),455-463.
- Padilha, F. A. (2014). *Desempenho de híbridos de milho em dois níveis de Investimento tecnológico na região de Sete Lagoas – MG*. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Ciências Agrárias), Universidade Federal de São João Del Rei, campus de Sete Lagoas.
- Passos, A. M. A., Botelho, F. J. E., Godinho, V. P. C., Aker, A. M. & Quitino, S. M. (2018). Desempenho Agrônomico e Econômico de Genótipos de Milho em Safrinha Tardia na Região Sudoeste da Amazônia. *Enciclopédia Biosfera*, Centro Científico Conhecer – Goiânia. 15(28), 376-389.
- Perin, A., Guareschi, R. F., Junior, H. R. S., Silva, A. & Azevedo, W. R. (2009). Produtividade de híbridos de milho na safrinha em Goiás. *Revista Agrarian*, 2(3), 19-28.
- Pinto, A. P., Lançanova, J. A. C., Lugão, S. M. B., Roque, A. P., Abrahão, J. J. S., Oliveira, J. S., Leme, M. C. J. & Mizubuti, I. Y. (2010). Avaliação de doze cultivares de milho (*Zea mays* L.) para silagem. *Semina: Ciências Agrárias*, 31(4), 1071-1078.
- Raij, B. V., Andrade, J. C., Cantarella, H. & Quaggio, J. A. (2001). *Análise química para avaliação da fertilidade de solos*. Campinas: Instituto Agrônomico.
- Reetz, H. (1987). Here's how to estimate yields for corn and soybeans before harvest. *Better Crops With Plant Food*, 71, 18-19.
- Ritchie, S. W., Hanway, J. J. & Benson, G. O. (1993). *How a corn plant develops*. Ames, Iowa State University of Science and Technology. Special Report, 48.
- Souto, F. B. C. (2020). Como Diagnosticar Falhas de Formação em Espigas de Milho? *Blog Agronegócio em Foco*, <<http://www.pioneersementes.com.br/blog/120/como-diagnosticar-falhas-de-formacao-em-espigas-de-milho>>.
- Silva, A. G., Teixeira, I. R., Martins, P. D. S., Simon, G. A. & Francischini, R. (2014). Desempenho agrônomico e econômico de híbridos de milho na safrinha. *Revista Agro@mbiente On-Line*, 8(2), 261- 271.
- Silva, A. G.; Francischini, R.; Martins, P. D. S. (2015). Desempenhos agrônomico e econômico de cultivares de milho na safrinha. *Revista Agrarian*, 8(27), 1-11.
- Suzukawa, A. K., Pereira, C. B., Garcia, M. M., Soto, R. I. C., Zeffa, D. M., Coan, M. M. D. & Scapim, C. A. (2018). Diallel analysis of tropical and temperate sweet and supersweet corn inbred lines. *Revista Ciência Agrônômica*, 49(4), 607-615.
- Tardin, F. D., Guimaraes, P. E. O., Meirelles, W. F., Pacheco, C. A. P., Guimarães, L. J. M., Trindade, R. S.; Machado, J. R. A., Godinho, V. P. C., Silva, D. D., Baldoni, A. B. & Ramos Jr, E. U. (2017). *Melhoramento genético de milho*. In: SEMINÁRIO NACIONAL DE MILHO SAFRINHA, Cuiabá. Construindo sistemas de produção sustentáveis e rentáveis: anais. Sete Lagoas: Associação Brasileira de Milho e Sorgo, 538-543.
- Torres, F. E., Teodoro, P. E., Sagrilo E., Ceccon, G. & Correa, A. M. (2015). *Interação genótipo X ambiente em genótipos de feijão-caupi semiprostrado via modelos mistos*. *Bragantia* 74 (3), 255-260.
- Torres, M. (2019). *Variedade de milho é opção de baixo investimento com boa relação custo-benefício*. Embrapa Milho e Sorgo. <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/46885306/variedade-de-milho-e-opcao-de-baixo-investimento-com-boa-relacao-custo-beneficio>

Vilela, R. G., Arf, O., Kappes, C., Kaneko, F. H., Gliti, D. C. & Ferreira, J. P. (2012). Desempenho agrônômico de híbridos de milho, em função da aplicação foliar de fungicidas. *Bioscience Journal*, 28(1), 25-33.

Zôrzo, F. *Seleção de híbridos de milho em múltiplos locais no Cerrado em cultivo de segunda safra*. (2019). Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, UnB.

Zucareli, C., Oliveira, M. A., Spolaor, L. T. & Ferreira, A. S. (2013). Desempenho agrônômico de genótipos de milho de segunda safra na região Norte do Paraná. *Scientia Agraria Paranaensis*, 12(3), 227-235.