

**Desempenho de híbridos de milho em diferentes épocas de semeadura
na segunda safra em baixa altitude no extremo Oeste do Estado do
Paraná**

**Performance of corn hybrids at different sowing times in the second
low-season crop in the extreme west of the State of Paraná**

DOI:10.34117/bjdv7n4-100

Recebimento dos originais: 07/03/2021

Aceitação para publicação: 05/04/2021

Glauco Vieira Miranda

PhD Genética e Melhoramento

Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Câmpus Santa Helena

Rua: prolongamento da Rua Cerejeira s/n. 85892-000 Santa Helena, Paraná, Brasil

E-mail: glaucovmiranda@utfpr.edu.br

Erisson Mateus Weber Braun

Graduando Agronomia UTFPR-SH

E-mail: erisson14mateus@gmail.com

Maria Eduarda Vilas Boas Alves

Graduanda Agronomia UTFPR-SH

E-mail: maralv@alunos.utfpr.edu.br

Patrick Machado

Graduando Agronomia UTFPR-SH

E-mail: patrickmachado@alunos.utfpr.edu.br

Alison de Meira Ramos

Graduando Agronomia UTFPR-SH

E-mail: alisonramos@alunos.utfpr.edu.br

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi comparar híbridos de milho na segunda safra em baixa altitude no extremo oeste do Estado do Paraná. Para isso, cinco experimentos foram instalados semanalmente em fevereiro e março de 2019 e 2020 na Universidade Tecnológica Federal do Paraná - Câmpus Santa Helena, a 258 m de altitude. Os experimentos foram instalados sem irrigação suplementar, com seis híbridos de milho transgênicos e convencionais, em blocos casualizados com quatro repetições. O espaçamento foi de 0,50 m e a população de 60 mil plantas/ha. Em 2019, o PZ 316 com 4.377 kg/ha foi o mais produtivo na primeira época de semeadura, em 14 de fevereiro. Na segunda (21/02) e terceira (28/02) semeaduras, o NS90 Pro2 apresentou a maior produtividade com 3.500 kg/ha. As semeaduras em 28/02 e março (07 e 14) apresentaram a produtividade de grãos médias de 2087 kg/ha, 2335 kg/ha e 1665 kg/ha, respectivamente. As condições pluviométricas foram muito limitantes nas últimas semeaduras e parcialmente limitantes nas duas primeiras que foram as mais adequadas e apresentaram produtividade 48% superior às demais. Os híbridos de milho apresentaram diferentes produtividades e interagiram com a época de semeadura. Os híbridos de milho na safra 2020 não foram colhidos pois, as condições pluviométricas não foram suficientes para a germinação e formação de estandes. Concluiu-se que as condições climáticas afetam diferentemente os estádios de desenvolvimento das plantas e os componentes de produção de acordo com a época de semeadura e do ano e a irregularidade das chuvas é a principal causa relacionada a redução da produtividade de grãos mas não a precipitação total no extremo oeste do Estado do Paraná.

Palavras-Chave: cultivares, melhoramento, interação genótipo x ambiente

ABSTRACT

The objective was to compare maize hybrids in the far western region of Paraná at the second season in low altitude. For this, five trials were installed in five sowing dates in February and March in 2019 and 2020 at the Federal Technological University of Paraná - Câmpus Santa Helena at 258 m of altitude above sea level. The experiments were installed without supplementary irrigation, six transgenic hybrids in randomized blocks with four replicates. The spacing was 0.50 m between lines and the population was 60 thousand plants/ha. In 2019, the PZ 316 with 4,377 kg / ha was the most productive in the first sowing season (14/02). In the second (21/02) and third seasons (28/02), the NS90 Pro2 showed a higher productivity with 3,500 kg/ha. The sowing in February, 28th and March (07 and 14) showed an average grain yield of 2087 kg/ha, 2335 kg/ha and 1665 kg/ha, respectively. The pluviometric conditions were very limited to third, fourth and fifth sowing dates but partially limited in the first and second sowing dates and that present productivities was 48% superior to the others. The maize hybrids differed by productivity and even interacted with the sowing dates. The maize hybrids in the 2020 were not harvested and the rainfall conditions were not sufficient for the germination and adequate stand. It was concluded that climatic conditions affect plant development phases and production components differently according to the sowing time and year and the irregularity of rainfall is the main cause related to reduced grain yield but not total precipitation in the far western of Paraná State, Brazil.

Keywords: cultivars, breeding, genotype x environment interaction

1 INTRODUÇÃO

O oeste do Paraná é responsável por 23% do valor bruto da produção do Estado, que foi de quase 100 bilhões de reais em 2019 (AGÊNCIA DE NOTÍCIAS, 2020). A cultura do milho apresenta o valor econômico de 9 bilhões de reais para o Paraná e é uma das seis principais cadeias produtivas do Oeste do Estado (OESTE EM DESENVOLVIMENTO, 2016).

O oeste do Estado do Paraná é a mais importante região para a produção de milho safrinha desde 2004 que antes era ocupada pela região sudeste (Itaipu, 2014). No entanto, as produtividades médias de milho obtidas pelos agricultores no extremo oeste têm sido abaixo da região oeste. A produtividade média de grãos no extremo oeste é ao redor de 5000 kg/ha que é considerada baixa e ainda tem havido perdas totais de lavouras pela ausência de precipitação regular e adequada ao estágio de desenvolvimento do milho (IBGE, 2021). Na região, a cultura do milho também tem a finalidade de fazer silagem de planta inteira e é usada diretamente na propriedade para a alimentação de animais como vacas leiteiras apresentando uma importância estratégica no negócio agrícola dos agricultores.

O Zoneamento Agrícola de Risco Climático (ZARC) realizado pelo Ministério da Agricultura que considera o histórico pluviométrico, o tipo de solo, o município e o ciclo da cultivar para identificar três classes de risco para plantio (20, 30 e 40%) (MAPA, 2019), A definição da época de semeadura mais adequada por modelos preditivos para a cultura do milho não tem sido suficiente para evitar as baixas produtividades e as perdas de lavouras na região identificando apenas onde existe menores chances de ter insucesso.

Para definir o potencial produtivo, além da cultivar e das condições edafoclimáticas estão os manejos culturais e as cultivares (GARBUGLIO et al, 2018 e 2020). O manejo cultural pode ser definido pela produtividade a ser atingida e com isso se determinar a cultivar, a adubação necessária da lavoura e o manejo integrado de plantas daninhas, pragas e doenças para reduzir seus impactos no ambiente, no potencial produtivo e no retorno econômico. As cultivares respondem diferentemente a quantidade de insumos utilizados, isto é denominado adaptabilidade e estabilidade e é um conceito relativo entre cultivares que indica quanto a cultivar pode produzir e a resposta dela ao aumento de insumos (Borém et al., 2017). No entanto, devido aos riscos climáticos, a finalidade da produção e o manejo de conservação de solo, os agricultores têm utilizado menores quantidades de insumos no plantio do milho na segunda safra no extremo oeste

do Paraná porque as produtividades de grãos têm sido abaixo de 5 ton/ha não proporcionando retorno financeiro.

O desenvolvimento e a identificação de adaptação das cultivares de milho são atividades contínuas de melhoramento de plantas e se faz por meio de rede experimental em multi-locais para avaliar os híbridos tornando-a fundamental para selecionar novos híbridos e otimizar a produtividade nas regiões (BORÉM et al., 2017). No entanto, as empresas possuem critérios próprios de lançar as cultivares considerando os diferentes aspectos do produto, do mercado e o posicionamento estratégico da empresa e não necessariamente a otimização da produtividade nas diferentes microrregiões estaduais com suas diferenças ambientais.

A avaliação experimental de híbridos eram comuns e executada rotineiramente a alguns anos atrás em amplas redes experimentais conduzidas por instituições públicas que possuíam o objetivo de avaliar híbridos de milho de diferentes empresas num processo colaborativo de diferentes instituições e sem conflito de interesses (MIRANDA et al, 1998; MIRANDA et al, 2005; GALVÃO et al, 2014). Atualmente, muitos Estados brasileiros não possuem estrutura ou recursos direcionados para pesquisas para manter uma rede experimental de avaliação de cultivares e as grandes empresas de melhoramento avaliam suas próprias cultivares com testemunhas de diferentes empresas para obter o valor de cultivo e uso da cultivar para poder comercializar sementes no Brasil. Estes resultados em quase sua totalidade não são publicados pelas empresas e se tornam um segredo de negócio para posicionamento no mercado das cultivares.

No Paraná, o Instituto de Desenvolvimento Rural IAPAR-EMATER realiza anualmente uma rede experimental estadual de avaliação de milho na safra e segunda safra (Garbuglio et al. 2018, 2019 e 2020). As cultivares incluídas nesta rede são de empresas interessadas, mas que não são detentoras do maior mercado de sementes e não possuem rede própria e ampla para avaliação de cultivares na região. Nestas avaliações foi constatado que deve ser observado o posicionamento de cada cultivar, em função do local e condições de cultivo (sem e com aplicação de fungicidas), bem como o custo envolvido e o retorno econômico obtido (Garbuglio et al. 2018).

Com interesse em informações mais detalhadas e locais e para capitalizar a interação genótipo x ambiente na identificação de cultivares mais produtivas em microrregiões, associações e cooperativas vêm assumindo este papel de avaliação experimental de híbridos de milho, mas ainda de maneira inicial e realizando o trabalho de experimentação agrícola divulgado por meio de “Dias de Campo” em suas regiões de

atuação. Ainda, não há uma sensibilização da importância da divulgação ampla deste tipo de conhecimento no arranjo produtivo do milho pelos diferentes atores da cadeia produtiva.

Os experimentos comparativos entre cultivares de milho com dados publicados são escassos para a região, desfavorecendo os agricultores para a tomada de decisão com base em dados idôneos e sem conflito de interesses. As Empresas possuem e recomendam bons híbridos de milho, mas não necessariamente o mais produtivo para cada produtor porque isso se torna inviável de ser executado por elas.

Assim, o objetivo deste trabalho foi identificar a época de semeadura que maximize a produtividade de híbridos de diferentes empresas na região oeste do Paraná.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

A localização onde foram instalados os experimentos está no extremo do Oeste do Estado do Paraná, às margens do lago Itaipu, na bacia hidrográfica do Paraná 3, entre as latitudes 24°01' S e 25°35' S e longitudes 53°26' W e 54°37' W, abrangendo uma área de aproximadamente 8.000 km² que abriga, de modo parcial ou total, os territórios de 28 municípios (CUNHA, 2018).

Nesta mesorregião Paraná 3, as unidades de Foz do Iguaçu, Marechal Cândido Rondon e Guaíra se caracterizam com altitudes abaixo de 500 m com Latossolos e Nitossolos mas também com solos de textura argilosa, derivados da alteração das rochas basálticas. O clima da região é o subtropical úmido, Cfa da classificação de Koppen citado por IAPAR (1994). A área de abrangência da bacia do Paraná 3, compreende variações significativas no comportamento dos principais elementos climáticos (pluviosidade e temperatura) com elevadas precipitações de 1400 a 2000 mm. As temperaturas médias anuais, também apresentam variações significativas, caracterizadas por médias entre 21-22°C, na área de Foz do Iguaçu e 22-23°, nas proximidades do Rio Paraná.

Os experimentos foram instalados na área experimental da Universidade Tecnológica Federal do Paraná câmpus Santa Helena, cuja latitude é 24° 51' 37" S, longitude 54° 19' 58" W e altitude 258 m. Os experimentos foram conduzidos sem fornecimento suplementar de água.

O solo da área foi classificado como Nitossolo Vermelho Latossólico de textura argilosa, com as seguintes características na camada 0 - 0,20 m: pH (H₂O) = 6,2; Al trocável (cmolc dm⁻³) = 0,17; Ca+Mg (cmolc dm⁻³) = 6,10; P (mg dm⁻³) = 8,35; K

(cmolc dm⁻³) = 0,26; matéria orgânica (g dm⁻³) = 32,17; V (%) = 59,77; m (%) = 2,60; soma de bases (cmolc dm⁻³) = 6,36; CTC (cmolc dm⁻³) = 10,64.

As semeaduras do ano 2019 foram realizadas em cinco datas: 14/02; 21/02; 28/02; 07/03 e 14/03. No ano de 2020 foram planejadas as mesmas cinco datas de 2019. No entanto, somente foi possível realizar a semeadura em duas datas: 14/02 e 14/03 devido a completa ausência de precipitações no período.

O delineamento experimental foi em blocos casualizados com quatro repetições. Cada parcela foi composta por quatro linhas de 5 m. Foi instalada uma bordadura lateral em torno de todo o experimento.

Os híbridos avaliados foram os transgênicos Supremo VIP3, NS90PRO2, AG9030 PRO2, P30F53VYH e P30F53VYH e os convencionais PZ 240 e PZ 316.

Foi realizada a adubação na semeadura de 200 kg/ha do fertilizante 10 - 15 - 15 NPK. Na adubação de cobertura foi utilizado sulfato de amônia com dosagem de 50 kg/ha de nitrogênio, no estágio fenológico V4.

A semeadura foi realizada com o espaçamento de 0,50m e 3 plantas por metro para atingir a população aproximada de 60 mil plantas/ha. Para garantir a o estande de plantas foi plantado um excesso de sementes e após a emergência foi realizado o desbaste.

Os tratos culturais foram efetuados conforme recomendações técnicas para a cultura do milho. As sementes foram tratadas para proteção contra percevejos com produto comercial à base de neonicotinóides. As plantas daninhas foram controladas com capinas.

O controle de percevejos foi efetuado quando havia um percevejo por metro linear e os inseticidas utilizados foram produtos comerciais à base de Tiametoxam e lambda cialotrina (200 ml ha⁻¹ do produto comercial). O controle químico da lagarta-do-cartucho foi realizado quando 5 % das plantas estavam atacadas com produtos comerciais à base de espinosade (100 ml ha⁻¹), lufenuron (300 ml ha⁻¹), clorantraniliprole (125 ml ha⁻¹), novaluron (200 ml ha⁻¹) e metomil (800 ml ha⁻¹).

Nas duas linhas centrais da parcela, foram avaliados o número de plantas por linha, dias para florescimento masculino (um terço do pendão com emissão de anteras em 50% das plantas da parcela), altura de plantas (da superfície do solo à base da bainha da folha bandeira), altura de espigas (da superfície do solo à base espiga superior), número de plantas acamadas (plantas com ângulo de inclinação igual ou superior a 45° em relação à vertical), número de plantas quebradas (plantas com colmo quebrado abaixo da espiga) número de espigas doentes, peso de espigas, umidade dos grãos e peso dos grãos. A

severidade de doenças foliar foi realizada com um diagrama de doenças (Agrocere, 1996).

Para cada época foram realizadas as análises de variância e o teste de Tukey para as características significativas pelo teste de F na análise de variância utilizando o programa R (R Core Team, 2020).

3 RESULTADO E DISCUSSÃO

Em 2019, os híbridos de milho apresentaram produtividade entre 4.377 kg/ha a 705 kg/ha considerando todas as épocas de semeadura (Tabela 1). Esses valores representam 177 sacos/alqueire para o PZ 316 e 28 sacos/alqueire para o Supremo VIP3. Estas médias de produtividade estão dentro do intervalo obtido pelos agricultores da região que tem variado entre 3500 e 6000 kg/ha (IBGE, 2020). Estas produtividades de grãos ocorreram devido às condições ambientais, a genética e a interação genética x ambiente.

Tabela 1 - Resultados médios da produtividade de grãos em kg/ha, nas diferentes épocas de semeadura nos experimentos realizados na Área Experimental do Câmpus de Santa Helena, UTFPR. 2019

Datas de Semeadura	AG 9030 PRO2	Supremo VIP3	NS90 PRO2	PZ 240	PZ 316	Média
14/02	2552c*	2055d	2693c	3078b	4377a	2951 a**
21/02	2385c	2616bc	3346a	2129d	2803b	2656 ab
28/02	1435c	881d	3378a	2334b	2405b	2087 c
07/03	1425c	776c	2824b	3347a	3305a	2335 bc
14/03	1266a	705a	2074a	1758a	2475a	1656 d
Média	1813 c	1407 d	2863 ab	2529 b	3073 a	

* Médias das cultivares seguidas com a mesma letra na mesma linha não diferem pelo teste de Tukey a 5%.

** Médias seguidas com a mesma letra somente nesta coluna não diferem pelo teste de Tukey a 5%.

Entre todas as épocas de semeadura, 14/02, 21/02, 28/02, 07/03 e 14/03, as maiores produtividades médias das cultivares foram para a primeira e a segunda (Tabela 1). A segunda, a terceira e a quarta época apresentaram um declínio de 11%, 41% e 26% em relação à primeira. A quinta semeadura apresentou uma queda brusca em relação às demais, com 78% em relação à primeira.

Sem considerar as épocas de semeadura, o híbrido de milho com a maior média geral foi o PZ 316 com 3.073 kg/ha porém semelhante ao NS90 Pro2 (Tabela 1). O PZ 240, Supremo Vip3 e o AG 9030 Pro2 apresentaram uma queda significativa em relação ao híbrido de maior produção, com 18%, 41% e 54% respectivamente. O híbrido P30F53

não apresentou produção porque não completou ciclo devido a sua alta susceptibilidade ao enfezamento.

A análise de variância mostrou a significância da interação entre épocas de semeadura e híbridos de milho e, portanto, ocorreu interação ou desempenho diferenciado dos híbridos para cada época de semeadura.

Na primeira semeadura, o híbrido com melhor desempenho produtivo foi o PZ 316 com 4377 kg/ha. Os demais híbridos apresentaram produtividades insatisfatórias pois não atingiram o que seria o custo de produção para a cultura. Na segunda semeadura (21/02), o híbrido NS90 Pro2 com 3.346 kg/ha apresentou a maior produtividade e os demais mostraram desempenho inferiores sendo que dois deles NS90 Pro2 e o Supremo Vip3 apresentaram desempenhos superiores em relação a primeira semeadura (Tabela 1). Na terceira semeadura, o NS90 PRO2 com 3.378 kg/ha foi novamente superior aos demais híbridos sendo que o híbrido PZ 240 apresentou a produtividade superior em relação à semeadura anterior. Na quarta semeadura, no limite recomendado para semeadura de acordo com o ZARC em 2019, com a maior produtividade, o PZ 240 produziu 3.347 kg/ha e este o PZ 316 apresentaram médias de produtividade superiores à semeadura anterior. Na quinta semeadura, realizada fora da época recomendada pelo ZARC, o PZ 316 apresentou 2.475 kg/ha e todos os híbridos apresentaram produtividade inferior à da semeadura anterior.

Nas épocas de semeaduras de 2 a 4, os híbridos com melhores desempenhos produziram ao redor de 3300 kg/ha mostrando que ao escolhê-lo, os agricultores reduziram o impacto das condições climáticas na produtividade de grãos em épocas mais tardias (Tabela 1). As semeaduras mais tardias foram onde os híbridos produziram menos, mostrando a inadequação das condições climáticas (Tabela 1).

Segundo o ZARC, as três primeiras semeaduras encontram-se com apenas 20% de probabilidade de insucesso e as duas últimas até 40% no entanto sem determinar o grau deste insucesso. Comprovado pelas dados climatológicos das estações pluviométricas na região, tem-se constatado que devido às intensas variações de pluviosidade entre anos, os insucessos têm-se tornando muito mais severos causando sérios prejuízos aos agricultores (IDR-Paraná, 2021). Tem-se que considerar que o ZARC é uma previsão com base na série histórica, as precipitações são imprevisíveis e oscilam de ano para ano e ainda não se considera alguma informação da adaptação ou do potencial produtivo comparativo dos híbridos indicados para semeadura considerando como se todos tivessem a mesma

adaptação e resposta ao ambiente e ao manejo para todas as localidades com base apenas no ciclo.

As condições climáticas que mais afetam a produtividade do milho são a pluviosidade total e a regularidade das precipitações de acordo com o estágio de desenvolvimento da planta, a capacidade de armazenamento de água pelo solo, a incidência de radiação solar e as temperaturas diárias máxima e mínima e a diferença delas entre o dia e a noite (Edmeades et al., 1997; Galvão e Miranda, 2004).

A caracterização da microrregião, a unidade Foz do Iguaçu da Bacia Hidrográfica Paraná 3, onde foram instalados os experimentos é no extremo do Oeste do Estado do Paraná, caracterizado pelo Latossolo Vermelho, a alta umidade do ar acima de 60%, temperatura do ar com máximas médias acima de 30°C e mínimas médias ao redor de 20°C nos períodos agricultáveis para as culturas da soja e milho de setembro a abril e com precipitação acima de 1600 mm.

Com base nos dados climatológicos das estações climáticas no local, as produtividades de grãos obtidas não foram afetadas pelas temperaturas máxima, mínima e média que foram adequadas com dias quentes e noites frias ideais para o desenvolvimento da planta de milho e sem geadas entre fevereiro e junho (Magalhães et al., 2002; IDR-Paraná, 2021).

A incidência da radiação solar ocorreu dentro da variação típica da região nesta época, com dias ensolarados e céu claro com poucas nuvens. As unidades de grau de crescimento ou de calor (GDUs) que representam a acumulação diária de calor necessário para o crescimento e desenvolvimento do milho foram próximas a 450 para os meses de fevereiro e março, 415 em abril, 380 em maio, 270 em junho e 200 em julho, mostrando a adequação da incidência da radiação solar para as plantas em desenvolvimento das datas de semeaduras.

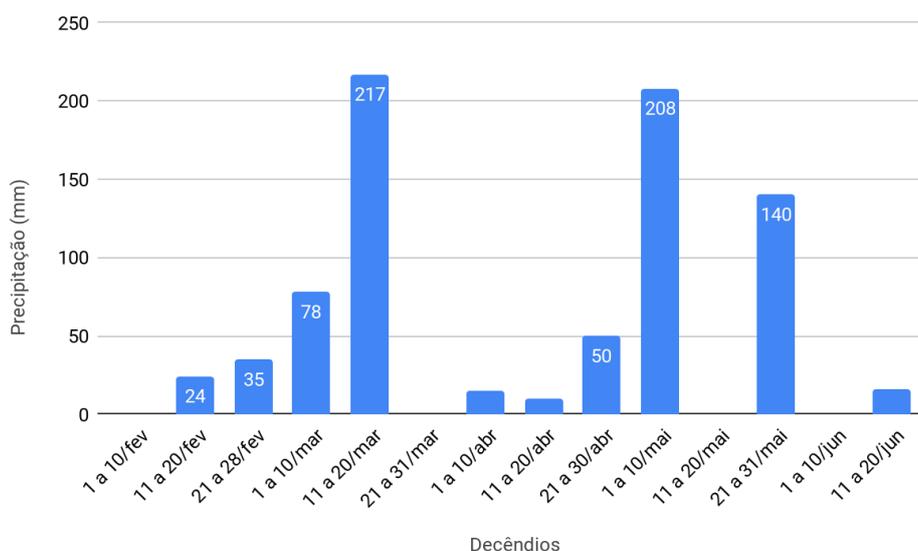
As condições edáficas foram ótimas pois o solo em que foi implantado o experimento apresentava condições ideais para armazenamento de água com conteúdo de argila de 70% e capacidade de armazenamento de 72 litros/m³ determinados em análise química e de retenção de umidade do solo.

Por sua vez, as produtividades de grãos podem ser justificadas pelo total e distribuição da precipitação que foi maior na primeira época de semeadura e reduzindo até a última de 777 mm a 556 mm (Figura 1a; Tabela 2). As médias de precipitação total se mantiveram acima dos 700 mm nas quatro primeiras semeaduras e na quinta houve a redução de 39% comparado à primeira, indicando que somente neste último não houve

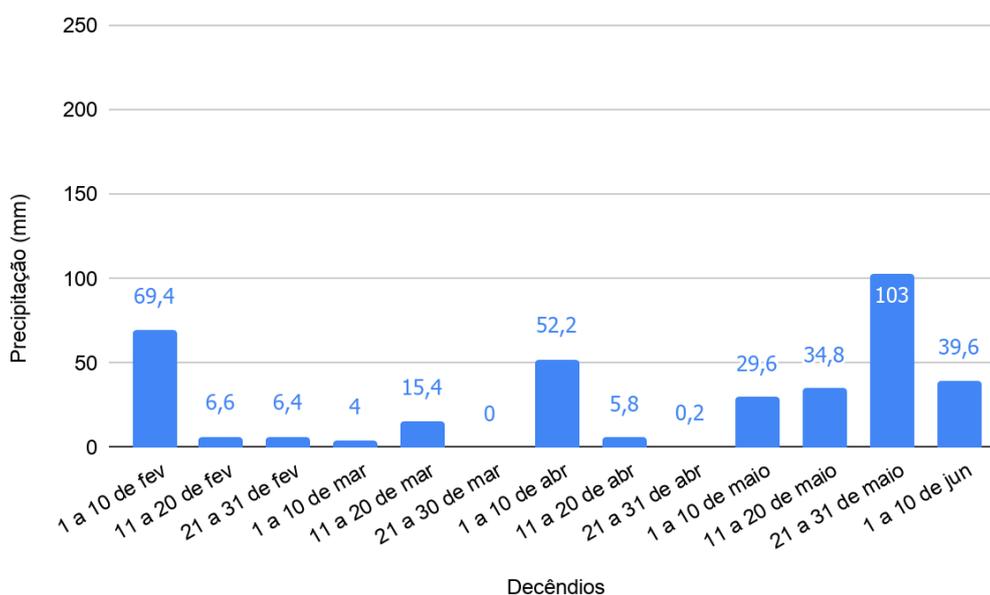
quantidade suficiente teórica de água para o desenvolvimento ideal da planta de milho. Então, a causa que melhor explica as produtividades de milho, na quinta época de semeadura, independente das cultivares em avaliação, foi a pouca precipitação abaixo do requerido de 700 mm ideal para produtividades com retorno econômico para a cultura do milho.

Figura 1 - Precipitações acumuladas por decêndio em milímetros durante o período experimental em 2019 e 2020.

(a) 2019



(b) 2020



A produtividade de grãos das cultivares para as quatro primeiras épocas de semeadura pode ser explicada pela irregularidade da precipitação nos diferentes estádios de desenvolvimento das plantas. Apesar do volume total adequado para o

desenvolvimento da planta de milho, a irregularidade das chuvas tem sido rotineira na região oeste do Paraná como também constatado na rede estadual de avaliação de cultivares de milho (GARBUGLIO et al, 2018, 2019 e 2020).

No estágio de germinação e emergência até os primeiros 10 dias, a precipitação adequada é importante para o estabelecimento do estande de plantas (Magalhães et al., 2002). Neste estágio, a precipitação foi adequada nas primeiras duas épocas de semeaduras, parcialmente adequado pelo volume intenso na terceira época e inadequada na quarta e quinta época pelo excesso de precipitação em quase sete vezes o ocorrido na primeira semeadura e pouco mais de quatro vezes (183mm) o necessário para esse estágio (50mm) (Tabela 2).

Tabela 2- Pluviosidade (mm) acumulada nos estádios do desenvolvimento das plantas emergência, vegetativo, florescimento e enchimento de grãos. Área Experimental do Câmpus de Santa Helena, UTFPR. 2019

	Emergência de Plântulas	Vegetativo V1 até V8	Florescimento	Enchimento de Grãos	Total (mm)
Intervalo de dias	0-10	10 a 50	50 a 60	60 a 120	
Ideal	50	280	50	420	800
14/02	24	330	15	408	777
21/02	35	275	10	414	734
28/02	78	242	50	364	734
07/03	183	75	208	439	905
14/03	117	283	0	156	556

No estágio vegetativo de V1 a Vn folhas que é determinado quando é possível ver a base da bainha da lâmina foliar da planta de milho e onde ocorre a determinação fisiológica da altura de planta e do número de fileiras de grãos na espiga. Neste estágio são considerados 7 mm diários como precipitação ideal para o adequado desenvolvimento da planta de milho (Embrapa, 2006). As plantas das duas primeiras semeaduras receberam adequado volume de chuvas em 50 dias com 330 mm e 275 mm (Tabela 2). Para a terceira semeadura ocorreu 87% do volume ideal de precipitação e na quinta semeadura ocorreu o ideal de precipitação. Por sua vez, na quarta semeadura houve apenas 25% da precipitação ideal explicando a causa da reduzida produtividade média das cultivares. Estes dados mostraram que, no estágio vegetativo, o estresse climático foi

leve na segunda, terceira e quinta semeaduras e intenso na quarta devido ao veranico mostrando a imprevisibilidade das chuvas mesmo em épocas adequadas para semeadura definidas com base em modelos de predição de dados históricos.

Como é no estágio vegetativo que ocorre a determinação das alturas de plantas e esta possui correlação direta com os componentes de produção e indireta com a produtividade, pode ser visto que na primeira época de semeadura foi onde ocorreu a maior altura média das plantas para todas as cultivares e que foi reduzida em 15% na segunda época e ao redor de 25% para as outras épocas (Tabela 3). A altura de 162 cm da primeira época é considerada comum para a região oeste do Paraná quando as plantas de milho sofrem estresses climáticos como o encontrado nos experimentos da rede experimental de avaliação de cultivares (Garbuglio et al. 2018, 2019 e 2020). Pode-se observar que as cultivares apresentaram diferentes alturas de plantas tanto na mesma época como entre épocas mostrando a interação da genética com a condição climática (Tabela 3).

A altura da base de espiga superior das plantas acompanhou a altura das plantas com as maiores médias nas primeiras semeaduras em relação às demais (Tabela 4). Não houve quebramento e acamamento de plantas no experimento. A porcentagem de espigas doentes para os híbridos foi inferior a 3%.

Tabela 3 - Altura média (cm) até a base da bainha da folha bandeira das plantas de milho em cinco épocas de semeadura. Área Experimental do Câmpus de Santa Helena, UTFPR. 2019

Semeaduras	Médias	AG 9030 PRO2	Supremo VIP3	NS90 PRO2	PZ 240	PZ 316
14/02	162	165	168	161	141	177
21/02	137	132	148	141	128	137
28/02	123	112	132	119	126	128
07/03	121	106	125	124	129	122
14/03	128	113	134	129	130	136

Tabela 4 - Altura média (cm) da base da espiga das plantas de milho em cinco épocas de semeadura. Área Experimental do Câmpus de Santa Helena, UTFPR. 2019

Semeaduras	Médias	AG 9030 PRO2	SupremoVIP 3	NS90 PRO2	PZ 240	PZ 316
14/02	89	89	95	83	88	91
21/02	75	64	86	83	71	71
28/02	72	61	79	76	73	72
07/03	75	61	77	80	85	75
14/03	79	57	88	84	82	83

No florescimento, que ocorreu para todos os híbridos entre 53 e 55 dias após a emergência, o ideal é que o solo tenha a sua capacidade de campo acima de 80% e que ocorra precipitação de curta duração sem prejudicar a polinização. Assim, nas três primeiras épocas de semeadura, durante o decêndio anterior as precipitações foram 0 mm, 15 mm, 10 mm e durante o florescimento houve precipitação sem comprometer a polinização (Tabela 2). Na quarta e quinta semeaduras, o decêndio anterior teve 50 mm e 208 mm de precipitação, respectivamente e durante o florescimento 208 mm e 0 mm de precipitação mostrando as inadequações para ambas semeaduras com excesso de água na quarta e falta na quinta. Nestas duas últimas situações ocorreu o comprometimento da fertilização prejudicando a formação e o número de grãos por fileira que é um importante componente de produção para a planta de milho e determinado nesta época.

As duas doenças foliares que surgiram foram Mancha de turcicum causada por *Exserohilum turcicum* e Mancha branca causada por *Phaeosphaeria maydis* e somente ocorreram no final do ciclo com baixa severidade de 1% para todos os híbridos.

No estágio reprodutivo, quando ocorre o enchimento de grãos da planta é considerado ideal 7 mm diários de precipitação (Magalhães et al. 2002). Observa-se que os volumes pluviométricos da primeira, segunda e quarta semeaduras durante os 60 dias deste estágio aproximaram-se do volume ideal de 420 mm (Tabela 2). A precipitação na terceira época de semeadura foi por volta de 87% do volume ideal, indicando que este estágio foi o mais afetado para esta época de semeadura.

Assim, dos componentes de produção da planta de milho, número de plantas/área, número de grãos por espiga e peso de grãos, a principal causa está relacionada ao número de grãos (quarta semeadura) seguida pelo peso de grãos (quinta semeadura) dependendo da época de semeadura. Para as outras três semeaduras, o impacto do estresse de seca afetou igualmente os componentes de produção pela redução da produção fotossintética com plantas de baixa estatura.

Estes dados demonstraram que a irregularidade de chuvas é a causa mais importante da variação da produtividade de grãos de milho e que não necessariamente as semeaduras mais tardias serão sempre as com as menores produtividades pois a indisponibilidade de água pode ocorrer em qualquer momento pois os veranicos são comuns no final do verão e início do outono na região.

Em modelos CERES-maize, mediante simulações de longo período, Cardoso et al. (2004) investigaram os efeitos da época de semeadura no estabelecimento e produtividade do milho safrinha para Londrina - PR. Os resultados mostraram decréscimos de produtividade de até 38% da potencial e de 44% da produtividade sob restrição hídrica à medida que se atrasou a semeadura, devido à coincidência dos períodos críticos de desenvolvimento com condições subótimas de radiação solar, temperatura e disponibilidade hídrica. Também houve tendência de aumento de falhas no estabelecimento do cultivo, devido à deficiência hídrica, à medida que se atrasou a semeadura. Estes resultados foram concordantes aos encontrados com este trabalho.

Na segunda safra 2020 as precipitações ocorreram de forma insuficiente e irregular para o cultivo de híbridos de milho e inferior à segunda safra 2019 (Figura 1b). Nos meses de fevereiro a maio houve precipitação de 327,4 mm, abaixo do indicado de 420 mm. Neste estágio de desenvolvimento da emergência das plântulas, a quantidade de chuva espaçadas foi de apenas 17 mm e não atingiu o valor mínimo de 40 mm, ocasionando uma emergência irregular e a falta de plantas para o estabelecimento do estande recomendado de 60.000 plantas/ha, inviabilizando a condução dos experimentos e mostrando que a referida segunda safra foi de perda total quanto a produção para a maioria dos agricultores na região.

Os valores pluviométricos não foram suficientes para o desenvolvimento das plantas, porém foi suficiente para o processo de germinação de algumas sementes em 2020. Assim, os experimentos foram propositalmente interrompidos, pois o estande inicial foi insuficiente para ter adequada população de plantas para ocasionar produtividade de valor econômica. Este fato se repetiu nas propriedades da micro região

Lindeira do oeste do Paraná com as plantas das lavouras não atingindo um metro de altura.

Na rede estadual de avaliação de cultivares do IDR- Iapar- Emater, os ensaios de Cambará, Floresta, Medianeira e Palotina foram descartados em virtude de problemas climáticos e altas incidências de enfezamento, o que levou a variações entre as parcelas experimentais e redução na acurácia estatística, além das produtividades médias estarem subestimadas em relação ao potencial produtivo médio de cada cultivar (GARBUGLIO et al. 2020).

Apesar da cultura de milho possuir ampla adaptação e pode ser cultivada em qualquer região do Estado do Paraná, a maximização de sua produtividade está dependente da cultivar, da época de semeadura e das condições climáticas anuais da região que tem apresentado grande variação entre anos.

4 CONCLUSÃO

As condições pluviométricas ocorridas de acordo com as épocas de semeadura são diferenciadas mesmo sendo previamente identificadas como adequadas pelo Zoneamento Agrícola de Risco Climático e são imprevisíveis e fortemente influenciadas pela variação climática entre anos.

Os híbridos de milho apresentam diferentes produtividades minimizando os estresses climáticos variáveis entre épocas de semeaduras e pode ser maximizada com semeaduras antecipadas.

As semeaduras realizadas nas primeiras épocas apresentam as melhores produtividades e são as mais adequadas.

AGRADECIMENTOS

À gestão do Câmpus e da Coordenação do Curso de Agronomia da UTFPR Santa Helena pela infraestrutura e apoio para a realização do trabalho e também aos alunos do segundo período de Agronomia 2018 e aos meus colegas de pesquisa pela ajuda na coleta dos dados.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA DE NOTÍCIAS. O VBP do Paraná em 2019 bate recorde e soma R\$ 97,7 bilhões. 2020. Acesso em 18 de Março de 2021.

<http://www.aen.pr.gov.br/modules/noticias/article.php?storyid=108209&tit=VBP-do-Parana-em-2019-bate-recorde-e-soma-R-977-bilhoes>

AGROCERES. Guia Agroceres de sanidade. 2. ed. São Paulo: Sementes Agroceres, 1996. 72 p.

BORÉM, A.; MIRANDA, G.V.; FRITSCHÉ-NETO, Roberto . **Melhoramento de Plantas**. 7. ed. Viçosa: UFV, v. 1. 543p. 2017.

CARDOSO, C.O.; FARIA, R.T.; FOLEGATTI, M.V. Simulação do rendimento e riscos climáticos para o milho safrinha em Londrina - PR, utilizando o modelo CERES-Maize. Eng. Agríc. v.24, n.2, Botucatu maio/ago. 2004

CONAB - COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Os resultados da safra 2017/18: A receita bruta e líquida operacional dos produtores de algodão, amendoim soja**. V.9, p. 1-240, / responsável técnico Aroldo Antonio de Oliveira Neto. – Brasília: Conab, 2018.

CUNHA, J.E. Caracterização Físico Espacial da Bacia Hidrográfica do Paraná In: Geografia da bacia hidrográfica do Paraná 3: fragilidades e potencialidades socioambientais. Ed. Anderson Sandro da Rocha e Maicol Rafael Bade. – Jundiaí, SP: Ed. In House, 2018. 314 p. ISBN: 978-85-7899-591-1

EDMEADES, M. BÄNZIGER, H.R. MICKELSON, AND C.B. PEÑA-VALDIVIA, (eds.). 1997. Developing Drought- and Low N-Tolerant Maize. Proceedings of a Symposium, March 25-29, 1996, CIMMYT, El Batán, Mexico. Mexico, D.F.: CIMMYT.

EMBRAPA. **Fisiologia da Produção de milho**. disponível em: https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CNPMS/19620/1/Circ_76.pdf . Acesso em: 07 Out 2020

GALVÃO, João Carlos Cardoso (Org.) ; MIRANDA, G. V. (Org.) . Tecnologia e produção de milho. 1. ed. Viçosa, MG: Editora UFV, 2004. v. 1. 366p .

GALVÃO, J.C.C.; MIRANDA, G.V. ; TROGELLO, EMERSON ; FRITSCHÉ-NETO, R. Sete décadas de evolução do sistema produtivo da cultura do milho. REVISTA CERES, v. 61, p. 819-828, 2014.

GARBUGLIO, DD; SHIOGA, PS; GERAGE, AG; ARAÚJO, PM; BIANCO, R; CUSTÓDIO, APP; BARROS, ASR; **Avaliação estadual de cultivares de milho Safra 2017/2018. Londrina: IAPAR**. p 59. (Boletim técnico, 91: IAPAR).2018.

GARBUGLIO, D. D.; GERAGE, A. G.; ARAÚJO, P. M.; BIANCO, R; CUSTÓDIO, APP; BARROS, A. S. R. Avaliação estadual de cultivares de milho segunda safra 2018 Londrina: IAPAR, 2019. 75 p. il. (IAPAR. Boletim técnico, 92)).

GARBUGLIO, DD; GERAGE, AG; ARAÚJO, PM; BIANCO, R; CUSTÓDIO, APP; **Avaliação estadual de cultivares de milho segunda safra 2019**. Londrina, PR: IDR-Paraná, 2020. 41 p. il. (IDR-Paraná. Boletim técnico, 98)

IAPAR. Fundação Instituto Agrônômico do Paraná. Cartas climáticas básicas do Estado do Paraná, Curitiba, 49p., 1994.

IBGE, SIDRA, 2021 <https://sidra.ibge.gov.br/tabela/839#resultado>

IDR-Paraná Dados Meteorológicos Históricos e Atuais

Acesso em 20 de Mar, 2021

<http://www.idrparana.pr.gov.br/Pagina/Dados-Meteorologicos-Historicos-e-Atuais>

MAPA. **Zoneamento Agrícola.** disponível em:
<http://www.agricultura.gov.br/assuntos/riscos-seguro/risco-agropecuario/zoneamento-agricola>. acesso em : 10 dez 2019

MAGALHÃES, <http://docsagencia.cnptia.embrapa.br/milho/circul22.pdf>

MIRANDA, G. V.; SOUZA, Leandro Vagno de ; COIMBRA, Ronaldo Rodrigues ; GALVÃO, João Carlos Cardoso ; MELO, Aurelio Vaz de ; GUIMARÃES, Lauro José Moreira ; VILELA, Felipe Oliveira . **Comportamento de cultivares de milho em Minas Gerais Safras 1998-1999 e 1999-2000**. Revista Ceres, Viçosa, MG, v. 52, n.301, p. 401-419, 2005.

MIRANDA, G. V.; VIEIRA, Clibas ; CRUZ, Cosme Damião ; ARAÚJO, Geraldo Antônio Andrade de . **Comparação de métodos de avaliação da adaptabilidade e estabilidade de cultivares de feijoeiro**. ACTA SCIENTIARUM-AGRONOMY JCR, BRASIL, v. 20, p. 249-255, 1998.

OESTE EM DESENVOLVIMENTO. Boletim de Conjuntura Econômica Regional do Oeste do Paraná é editado pela Fundação Parque Tecnológico Itaipu (FPTI) Publicação semestral: ano 2, nº 02, novembro 2016. Foz do Iguaçu, PR, Brasil Acesso em 19 de Março de 2021
<https://deposita.ibict.br/bitstream/deposita/55/2/Boletim%20de%20Conjuntura%20n%20c2%ba2.compressed.pdf>

R CORE TEAM (2020). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <https://www.R-project.org/>.