

**UNIVERSIDADE FEDERAL DA FRONTEIRA SUL
CAMPUS CERRO LARGO
CURSO DE AGRONOMIA**

PEDRO HENRIQUE WELTER

**FENOLOGIA E DESEMPENHO AGRONÔMICO DE HÍBRIDOS DE MILHO EM
SEIS DATAS DE SEMEADURA EM CERRO LARGO - RS**

**CERRO LARGO
2021**

PEDRO HENRIQUE WELTER

**FENOLOGIA E DESEMPENHO AGRONÔMICO DE HÍBRIDOS DE MILHO EM
SEIS DATAS DE SEMEADURA EM CERRO LARGO - RS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Agronomia da Universidade Federal de Fronteira Sul, como requisito para obtenção do título de Bacharel em Agronomia.

Orientador: Prof. Dr. Sidinei Zwick Radons

Bibliotecas da Universidade Federal da Fronteira Sul - UFFS

Welter, Pedro Henrique

Fenologia e desempenho agronômico de híbridos de milho em seis datas de semeadura em Cerro Largo - RS / Pedro Henrique Welter. -- 2021.

80 f.

Orientador: Doutor Sidinei Zwick Radons

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Federal da Fronteira Sul, Curso de Bacharelado em Agronomia, Cerro Largo, RS, 2021.

1. Zea mays. 2. Época de semeadura. 3. Fenologia. 4. Produtividade. 5. Soma térmica. I. Radons, Sidinei Zwick, orient. II. Universidade Federal da Fronteira Sul. III. Título.

PEDRO HENRIQUE WELTER

**FENOLOGIA E DESEMPENHO AGRONÔMICO DE HÍBRIDOS DE MILHO EM
SEIS DATAS DE SEMEADURA EM CERRO LARGO - RS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Agronomia da Universidade Federal de Fronteira Sul, como requisito para obtenção do título de Bacharel em Agronomia.

Orientador: Prof. Dr. Sidinei Zwick Radons

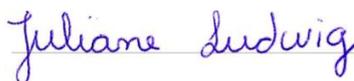
Este trabalho de conclusão foi defendido e aprovado pela banca em: 05/05/2021.

BANCA EXAMINADORA



Prof. Dr. Sidinei Zwick Radons - UFFS

Orientador



Prof.ª Dr.ª Juliane Ludwig - UFFS

Avaliadora



Ma. Lana Bruna de Oliveira Engers

Avaliadora

AGRADECIMENTOS

Agradeço a minha família, em especial aos pais, Nércio e Lenir, e a minha irmã, Paula, pela ajuda, incentivo e paciência durante todo esse período.

Agradeço ao meu professor e orientador, Dr. Sidinei Zwick Radons, por todos os ensinamentos transmitidos durante a graduação e os trabalhos desenvolvidos. Obrigado pelos esclarecimentos diante das minhas dúvidas e dificuldades.

Agradeço a professora Dr.^a Juliane Ludwig e a Ma. Lana Engers, que aceitaram participar da Banca de Defesa, estando sempre dispostas a ajudar de alguma forma.

Aos colegas e amigos que tive a oportunidade de conviver durante a graduação, que com o passar dos dias, se tornaram uma extensão de minha família.

E por fim, agradeço a todos aqueles, que de uma ou de outra forma, contribuíram para a realização deste trabalho.

RESUMO

Variações nas condições ambientais, como disponibilidade térmica, hídrica e solar, nas diferentes épocas de semeadura exercem grande influência na fenologia e no desenvolvimento da cultura do milho. Este estudo teve como objetivo avaliar o desempenho agrônômico e fenológico de 15 híbridos de milho em seis datas de semeadura conforme recomendação do Zoneamento Agrícola de Risco Climático. O delineamento experimental foi de blocos ao acaso constituído por três blocos com 15 híbridos de milho em seis datas de semeadura no ano de 2019, sendo elas 08/08, 30/08, 29/09, 26/10, 30/11 e 31/12. Cada uma das seis datas de semeadura foi constituída por 45 unidades experimentais (15 híbridos X 3 blocos), com intervalos de aproximadamente 30 dias. Cada unidade experimental foi constituída por 6 linhas de semeadura com 3 metros de comprimento, com espaçamento de 0,5 m entre linhas e 0,29 m entre plantas, para uma população de 70.000 plantas por hectare. Foi avaliado o crescimento, o desenvolvimento e a produtividade dos híbridos de milho em cada data de semeadura, sendo analisada a altura da planta, massa seca da parte aérea, produtividade de grãos e a soma térmica em graus-dias necessária para cada fase fenológica. Os dados do experimento foram submetidos ao teste de normalidade de Shapiro-Wilk, ao teste de homogeneidade da variância de Bartlett, e as médias comparadas por meio do teste de Scott-Knott, adotando em todas as análises o nível de 5% de probabilidade de erro. A partir dos resultados obtidos, verificou-se que houve redução da duração dos subperíodos de desenvolvimento dos híbridos avaliados com o atraso da semeadura. Os híbridos semeados em setembro e novembro atingiram maior altura. As maiores produções de massa seca da parte aérea e produtividade dos grãos foram obtidas nas datas de semeaduras, realizadas em agosto. Os resultados obtidos permitem concluir que a melhor data de semeadura dos 15 híbridos de milho, baseado no rendimento, para o município de Cerro Largo - RS, no ano agrícola 19/20, foi a realizada no mês de agosto.

Palavras chave: *Zea mays*. Época de semeadura. Fenologia. Produtividade. Soma térmica.

ABSTRACT

Variations in environmental conditions, such as thermal, water and solar availability, at different sowing times have a great influence on the phenology and development of the corn crop. The objective of this study was to evaluate the agronomic and phenological performance of 15 corn hybrids in six sowing dates according to the recommendation of the Climate Risk Zoning. The experimental design was randomized block in three blocks with 15 corn hybrids in six sowing dates in 2019, these being 08/08, 08/30, 09/29, 10/26, 11/30, and 12/31. Each of the six sowing dates consisted of 45 experimental units (15 hybrids X 3 blocks) at approximately 30 days intervals. Each experimental unit consisted of 6 sowing lines, 3 meters long, with spacing of 0,5 m between rows and 0,29 m between plants, for a population of 70.000 plants per hectare. The growth, development and productivity of corn hybrids were evaluated at each sowing date, analyzing plant height, aboveground dry mass, grain yield and the temperature sum in degree days required for each phenological phase. The experiment data were submitted to the Shapiro-Wilk normality test, Bartlett's variance homogeneity test, and the means were compared using the Scott-Knott test, adopting a 5% probability of error level for all analyses. From the results obtained, it was found that there was a reduction in the duration of the development subperiods of the hybrids evaluated with the delay of sowing. The hybrids sown in September and November reached greater height. The highest productions of aerial dry mass and grain yield were obtained in the August sowing dates. The results obtained allow us to conclude that the best sowing date for the 15 corn hybrids, based on yield, for the Cerro Largo - RS, in the crop year 19/20, was in August.

Keywords: *Zea mays*. Sowing season. Phenology. Productivity. Thermal sum.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Datas médias de ocorrência dos estádios de semeadura, emergência, pendoamento, estágio R5.5 e maturação fisiológica relacionados com os valores diários de radiação solar global incidente média diária, temperatura média do ar e acumulado de chuvas no município de Cerro Largo – RS no período de 01/08/2019 a 31/05/2020.....	34
Figura 2 - Massa de mil sementes em gramas de 15 híbridos de milho utilizados na semeadura.....	44

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Características de Ciclo (C), Genética (G), Potencial produtivo (PP em kg ha ⁻¹), Duração do período da emergência até a floração masculina (E-FM em dias) e emergência até a maturação fisiológica (E-MF em dias) dos híbridos utilizados no experimento, conforme informações dos obtentores.....	29
Tabela 2 - Índice de velocidade de emergência de 15 híbridos de milho em seis datas de semeadura no ano de 2019.	38
Tabela 3 - Número de dias da semeadura até a emergência de 15 híbridos de milho em seis datas de semeadura no ano de 2019.....	40
Tabela 4 - Soma térmica acumulada em graus-dia da semeadura até a emergência de 15 híbridos de milho em seis datas de semeadura no ano de 2019.	43
Tabela 5 - Número de dias da semeadura até o pendoamento de 15 híbridos de milho em seis datas de semeadura no ano de 2019.....	45
Tabela 6 - Soma térmica acumulada em graus-dia da semeadura até a floração masculina de 15 híbridos de milho em seis datas de semeadura no ano de 2019. ..	48
Tabela 7 - Número de dias da semeadura até o estágio de R5.5 de 15 híbridos de milho em seis datas de semeadura no ano de 2019.	50
Tabela 8 - Soma térmica acumulada em graus-dia da semeadura até o ponto de corte para a silagem de 15 híbridos de milho em seis datas de semeadura no ano de 2019.	52
Tabela 9 - Número de dias da semeadura até a maturação de 15 híbridos de milho em seis datas de semeadura no ano de 2019.....	54
Tabela 10 - Duração do período da emergência até a floração masculina (E-FM em dias) e emergência até a maturação fisiológica (E-MF em dias) dos híbridos utilizados no experimento, conforme informações dos obtentores e dados médios observados no experimento.	55
Tabela 11 - Soma térmica acumulada em graus-dia da semeadura até a maturação de 15 híbridos de milho em seis datas de semeadura no ano de 2019.	57
Tabela 12 - Altura média em metros de 15 híbridos de milho em seis datas de semeadura no ano de 2019 após a maturação fisiológica.....	59
Tabela 13 - Massa seca da parte aérea em ton ha ⁻¹ de 15 híbridos de milho em seis datas de semeadura no ano de 2019.....	61

Tabela 14 - Produtividade média de grãos em kg ha⁻¹ de 15 híbridos de milho em seis datas de semeadura em Cerro Largo - RS no ano de 2019. 63

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	12
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	14
2.1 CULTURA DO MILHO.....	14
2.1.1 Origem e evolução do milho	14
2.1.2 Classificação botânica e aspectos morfológicos	14
2.1.3 Importância econômica e nutricional	15
2.2 COMPONENTES DE PRODUTIVIDADE DO MILHO.....	16
2.3 CLASSIFICAÇÃO DE GENÓTIPOS E CICLOS.....	17
2.4 ECOFISIOLOGIA DO MILHO.....	19
2.4.1 Temperatura do ar	20
2.4.2 Radiação solar	21
2.4.3 Disponibilidade hídrica	23
2.5 ÉPOCA DE SEMEADURA E ZONEAMENTO AGRÍCOLA de Risco Climático ..	25
3 MATERIAL E MÉTODOS	27
3.1 LOCAL DO EXPERIMENTO	27
3.2 IMPLANTAÇÃO E CONDUÇÃO do experimento	27
3.3 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL.....	28
3.4 AVALIAÇÕES	29
3.4.1 Emergência	29
3.4.2 Índice de velocidade de emergência	30
3.4.3 Número de dias da semeadura até o estágio de pendoamento	30
3.4.4 Número de dias da semeadura até o estágio R5.5	30
3.4.5 Número de dias da semeadura até a maturidade fisiológica	30
3.4.6 Altura de planta	31
3.4.7 Produtividade de grãos	31
3.4.8 Rendimento da massa de matéria seca da parte aérea	31
3.4.9 Determinação das exigências térmicas	31
3.4.10 Determinação da massa de mil sementes	32
3.5 ANÁLISES ESTATÍSTICAS	32
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	33
4.1 DADOS METEOROLÓGICOS	33
4.2 ANÁLISES ESTATÍSTICAS	36

4.3 FENOLOGIA	36
4.3.1 Índice de velocidade de emergência.....	37
4.3.2 Soma térmica e duração da fase de emergência	39
4.3.3 Soma térmica e duração do período da semeadura até o estágio do pendoamento	44
4.3.4 Soma térmica e duração do período da semeadura até o estágio R 5.5 ...	48
4.3.5 Soma térmica e duração do período da semeadura até a maturação fisiológica	53
4.3.6 Altura.....	58
4.4 DESEMPENHO AGRONÔMICO.....	60
4.4.1 Massa seca da parte aérea	60
4.2.2 Produtividade	62
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	67
REFERÊNCIAS	69

1 INTRODUÇÃO

O milho (*Zea mays*), atualmente é um dos mais importantes cereais cultivados e consumidos no mundo. Isso se deve em razão do seu alto potencial de produção, composição química e valor nutricional (SOARES, 2010). O Brasil é o terceiro maior produtor mundial de milho (FIESP, 2020), sendo cultivado em todas as regiões do país, com destaque às regiões Sul, Sudeste e Centro-Oeste (SOARES, 2010). Alcançando a produção de 102 milhões de toneladas na safra de 19/20 (CONAB, 2020).

A produção do milho é, assim como toda e qualquer produção agrícola, conforme afirma Fiorini (2018, p. 261), “diretamente influenciada pelas condições climáticas, em especial a temperatura, precipitação pluvial e radiação solar”. Tais fatores interferem na fenologia e desenvolvimento da planta, fazendo com que a época ideal de cultivo varie para cada região do país (FIORINI, 2018).

Mesmo com os avanços da agricultura ao longo das últimas décadas que fez com que a produtividade alcançasse níveis cada vez mais elevados, o clima, fator que foge do controle humano, ainda continua sendo a variável mais importante na produção agrícola (WAGNER et al., 2011). Fatores ambientais como a disponibilidade térmica, hídrica e solar exercem grande influência sobre o desenvolvimento fenológico do milho. Tais fatores variam ao longo de toda a janela de semeadura e agem de maneira distinta para cada genótipo de milho (FORSTHOFER, 2004).

Nesse cenário, a condução de estudos práticos avaliando o posicionamento de diferentes híbridos de milho durante o período de zoneamento agrícola, assume grande relevância. Assim, pode-se determinar qual híbrido se adapta melhor à respectiva data de semeadura, subsidiando os produtores com informações para a escolha mais adequada da época de semeadura, permitindo com que os híbridos selecionados desenvolvam seu máximo potencial produtivo, bem como evitando a ocorrência de condições de estresse que limitam a produtividade do milho.

Este trabalho teve o objetivo de avaliar o comportamento de 15 híbridos de milho quanto à velocidade de emergência, soma térmica e duração dos subperíodos de desenvolvimento, altura de planta, produção de massa seca da parte aérea e produtividade de grãos, diante da ocorrência de variações das condições ambientais, como disponibilidade térmica, hídrica e solar, ao longo do período de Zoneamento Agrícola de Risco Climático do milho. E, desta forma, identificar as datas mais

favoráveis para semeadura do milho no município de Cerro Largo – RS, a fim de se obter os maiores rendimentos.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 CULTURA DO MILHO

O milho é um dos cereais mais cultivados e um dos alimentos mais consumidos do mundo. Isto se dá em decorrência da sua adaptabilidade e da sua versatilidade, sendo usado para suprir necessidades na indústria, bem como na alimentação, tanto humana como animal (FANCELLI, 2011).

2.1.1 Origem e evolução do milho

O milho é, entre as plantas cultivadas, a mais complexa e a mais controvertida. Diferentemente da maioria das plantas de interesse agrícola selecionadas pelo homem, em que foi relativamente simples identificar os ancestrais selvagens, no caso do milho, o provável ancestral é ainda incerto, e muitas teorias foram levantadas sobre a sua origem (BARGUINI, 2004).

De acordo com a teoria mais aceita, sua origem data por volta de 7.000 a.C., na região onde hoje se localiza o México, a partir da evolução do teosinto (CIB, 2006). Ambos fazem parte da mesma família, a Poaceae, além de apresentarem semelhanças morfológicas e o mesmo número de cromossomos, o que garante a possibilidade de gerarem descendentes férteis (BEADLE, 1939).

A partir dessa gramínea, o ser humano realizou um processo de domesticação da espécie, selecionando aquelas plantas que apresentavam características que garantissem aumento na produção e facilidade na colheita. Assim, o milho sofreu importantes alterações morfológicas ao longo do seu processo de domesticação, passando de uma gramínea com espigas de poucos grãos cobertos com uma casca dura, para um milho com grãos maiores descobertos e presos ao sabugo (CIB, 2006).

Ao longo desse processo de domesticação, o milho acabou perdendo a capacidade de sobreviver por si mesmo na natureza. Hoje ele só sobrevive quando cultivado pelo homem, tendo atingido, assim, o mais elevado nível de domesticação entre as espécies que são cultivadas para alimentação (CIB, 2006).

2.1.2 Classificação botânica e aspectos morfológicos

O milho pertence à família *Poaceae*, subfamília *Panicoideae*, tribo *Maydeae*, gênero *Zea*, espécie *Zea mays L.* O produto da seleção natural e da domesticação foi uma planta anual, robusta e ereta, que atinge em média 3,5 m de altura. É uma planta herbácea, monoica e de ciclo curto. Possui raízes fasciculadas em que estão presentes raízes seminais e adventícias. Possui um caule do tipo colmo, constituído de nós e entrenós. Em torno desse caule, as folhas se distribuem de forma dística e alternada (BULL; CANTARELLA, 1993).

A inflorescência masculina (panícula) encontra-se na extremidade superior da planta, após a folha bandeira, favorecendo dispersão de pólen pelo vento, enquanto que as inflorescências femininas são encontradas nas axilas das folhas, constituídas pelas espigas. Assim, é possível a ocorrência da polinização cruzada entre plantas diferentes (FORNASIERI FILHO, 2007).

2.1.3 Importância econômica e nutricional

O milho é considerado um dos mais importantes cereais devido a sua versatilidade de uso, sendo a maior parte da produção destinada à alimentação animal. Estima-se que, no Brasil, o consumo de milho destinado à produção de rações para os animais seja em torno de 75% do total da sua produção, o restante é destinado consumo humano e aplicações nos processos industriais (PIMENTEL, 2018).

O milho é muito utilizado na alimentação animal de aves, suínos e bovinos, tanto na forma “in natura” como na forma de farelo, de rações ou de silagem (BULL; CANTARELLA, 1993). E ainda possui um papel de destaque entre as plantas forrageiras, por apresentar alto rendimento de massa verde por hectare, além de qualidades nutricionais, possibilitando produções e alto valor nutritivo de silagem (FARIAS, 2013).

Na alimentação humana, é comumente consumido na forma “in natura”, como milho verde, bem como na forma de seus subprodutos, como pão, farinha e massas. Trata-se de um alimento que se destaca por ser rico em carboidratos, sendo fonte de óleo, fibras, vitaminas E, B1, B2 e ácido pantotênico, além de alguns minerais, como o fósforo e o potássio (SILVA, 2014).

Sua utilização industrial também é muito diversificada, destacando-se sua utilização na indústria alimentícia na fabricação de farinhas, óleos, doces, essências, cervejas, dentre outros. Ainda, os derivados do milho podem ser utilizados na

produção de papelão, adesivos e fitas gomadas. Além disso, nos Estados Unidos, o milho é a principal matéria prima para a produção de etanol (SOLOGUREN, 2015).

O Brasil destaca-se como o terceiro maior produtor, contribuindo com 9,1% da produção mundial, ficando atrás apenas dos Estados Unidos com 31,1% e da China com 23,4% (USDA, 2020). Enquadrado-se como o quarto maior consumidor de milho do mundo, com 68 milhões de toneladas, estando atrás dos EUA, China e União Europeia. Já em relação às exportações, o Brasil encontra-se em segundo lugar, com 35 milhões de toneladas exportadas na safra 2019/20, perdendo apenas para o maior produtor mundial (FIESP, 2020).

A estimativa nacional de milho, no ano agrícola 2019/20, considerando a primeira, segunda e terceira safras, segundo dados da CONAB (2020), atingiu uma produção superior a 102 milhões de toneladas em uma área de 18,5 milhões de hectares. Nesse mesmo período, entre os estados brasileiros, o Mato Grosso figura como o maior produtor (34,279 milhões de toneladas), seguido do Paraná (14,961 milhões de toneladas), e Goiás (12,270 milhões de toneladas).

Adversidades climáticas na Região Sul prejudicaram o potencial produtivo das lavouras, resultando em redução de 0,8% nos níveis médios de produtividades em relação à safra anterior. O Rio Grande do Sul foi o Estado mais afetado pela ausência das chuvas combinadas com elevadas temperaturas nas fases sensíveis das culturas, o que o fez cair no ranking dos Estados com maior produção, da 6ª posição alcançada na safra de 2018/19, para a 8ª posição, na safra de 2019/20 (CONAB, 2020).

Apesar de o Brasil atingir uma elevada produção de milho, sua produtividade média, que na safra 2019/20 atingiu 5.466 kg/ha (FIESP, 2020) ainda é considerada baixa se comparada com os principais países produtores, como os EUA por exemplo, que na mesma safra apresentou um índice de produtividade média de 10.510 kg/ha, o que representa quase o dobro da produtividade média brasileira (USDA, 2020). Tais valores demonstram que os atuais sistemas de produção brasileiros ainda precisam ser aprimorados, a fim de que o Brasil possa alcançar toda a produtividade e rentabilidade que a cultura do milho pode oferecer.

2.2 COMPONENTES DE PRODUTIVIDADE DO MILHO

A produtividade do milho está relacionada ao desempenho dos seus componentes de rendimento. Assim, seu potencial de produtividade é determinado

pela densidade de plantas, número de espigas por planta, número médio de fileiras de grãos por espiga, número médio de grãos por fileira e massa média dos grãos (BALBINOT, 2005). Esses componentes, por sua vez, são influenciados pelo híbrido utilizado e pelos fatores ambientais (FORSTHOFER, 2004).

Dentre as atividades econômicas, a agricultura é uma das mais dependentes dos fatores climáticos. Sendo assim, “durante seu ciclo, a planta responde diretamente às condições meteorológicas, as quais formam uma combinação de fatores cujos efeitos podem variar desde os mais favoráveis até os mais desfavoráveis ao crescimento e à produtividade vegetais” (MONTEIRO, 2009, p. 12).

Durante o ciclo da cultura do milho, a ocorrência de variações meteorológicas pode acarretar em diversas alterações das características das plantas (VILHEGAS et al., 2001). Diante disso, a escolha da época de semeadura correta, o uso de genótipos adequados para cada ambiente de produção e o conhecimento dos períodos críticos da cultura surgem como estratégias para minimizar os impactos que as variações ambientais provocam, bem como aumentar a produtividade.

2.3 CLASSIFICAÇÃO DE GENÓTIPOS E CICLOS

A escolha correta do genótipo é de grande relevância para o sucesso da lavoura. Segundo Fritsche-Neto e Môro (2015, p.12), “[..] é responsável por, pelo menos, 50% da produtividade de uma lavoura”. Assim, considerando o grande número de genótipos comerciais de milho disponíveis, é importante que o produtor conheça as características específicas de cada um e escolha aquele com características que se adequem melhor à sua realidade. Encontram-se, hoje, à disposição mais de 5.000 genótipos de milho (MAPA, 2020a), sendo eles classificados quanto ao tipo e ao ciclo.

Os genótipos são classificados em dois grupos: cultivares de polinização aberta (variedades) e híbridos. As variedades, também conhecidas como cultivares de polinização aberta, são obtidas através da livre polinização de um grupo de indivíduos selecionados e, portanto, são altamente heterozigóticos e heterogêneas, fazendo com que apresentem maior estabilidade produtiva e variabilidade genética (BORÉM; MIRANDA, 2013). O uso desse tipo de genótipo garante uma redução sensível nos custos de produção, pois estas se adequam aos sistemas de cultivo de baixa tecnologia. Por outro lado, apresentam menor uniformidade no produto obtido, além

de menor produtividade devido à baixa exploração da heterose (FRITSCHÉ-NETO; MÔRO, 2015).

Já os híbridos de milho são resultados do cruzamento entre indivíduos geneticamente distintos e homocigotos (BORÉM; MIRANDA, 2013). De modo geral, os híbridos são altamente heterocigóticos e homogêneos. Mas, a depender do número de genitores utilizados, podem ser obtidos diferentes tipos de híbridos. Os híbridos de milho subdividem-se em simples, triplo ou duplo. Independentemente do tipo, o híbrido só apresenta alto vigor e produtividade na primeira geração (F1). Para tanto, faz-se necessária a aquisição de sementes híbridas todos os anos, caso o agricultor queira manter o mesmo nível de produtividade. Caso os grãos colhidos forem semeados, correspondendo a uma segunda geração (F2), dependendo do tipo do híbrido, poderá ocorrer uma redução de 15% a 40% na produtividade, devido à perda de vigor e à grande variação entre plantas (FRITSCHÉ-NETO; MÔRO, 2015).

O híbrido simples é resultado do cruzamento entre duas linhagens puras, sendo indicado para sistemas de produção que utilizam alta tecnologia. Possuem maior potencial produtivo se comparado com os demais híbridos, uma vez que apresentam maior uniformidade de plantas e espigas (CRUZ et al., 2010).

Já o híbrido triplo é obtido a partir do cruzamento entre uma linha pura e um híbrido simples. É indicado para produtores com média a alta tecnologia, pois possui um custo da semente e produção menor que o simples, aliado a um potencial produtivo intermediário (FRITSCHÉ-NETO; MÔRO, 2015).

Por fim, o híbrido duplo resulta do cruzamento entre dois híbridos simples, sendo indicado para produtores com média tecnologia. Tal híbrido consegue aliar o aumento de produtividade, quando comparado ao milho de polinização aberta, a custos de produção suficientemente baixos, o que foi muito bem aceito pelos produtores. Outra vantagem desse tipo de híbrido é sua maior heterogeneidade (variabilidade genética), o que resulta em maior estabilidade (GAMA et al., 1983).

Quanto à duração do seu ciclo, os genótipos são classificados em normais ou tardios, semiprecoces, precoces e superprecoces. Alguns, ainda, são classificados, pela empresa produtora, como hiperprecoces. Essa classificação é determinada pelo número de dias necessários entre a semeadura e o pendoamento e deste à maturação fisiológica ou colheita (CRUZ et al., 2010).

Segundo Ferreira e Rezende (2000), genótipos superprecoces são aqueles cujo ciclo dura 120 dias e o florescimento ocorre aos 60 dias. Já os precoces

apresentam um ciclo de 120 a 130 dias e florescimento aos 65 dias. Por último, os normais possuem um ciclo de 130 a 140 dias e florescimento aos 70 dias.

No mercado, predominam os genótipos precoces (72,5%), semeados tanto na primeira safra quanto na segunda safra. Ocorre que, em situações especiais, a fim de escapar de estresses climáticos, como geada em semeaduras tardias ou na safrinha nos estados mais ao Sul, ou em condições de período chuvoso reduzido, como em algumas regiões do Nordeste, e mesmo em sistemas de sucessão de culturas em agricultura irrigada, quando há necessidade de liberar a área para o plantio de uma outra cultura, os genótipos hiperprecoces ou superprecoces, os quais representam cerca de 24% do mercado, são utilizados preferencialmente (CRUZ et al., 2010).

No entanto, essa classificação é imprecisa para uso em grande escala. Trata-se de uma escala que depende de características genéticas. No entanto, as interações genótipo-ambiente se alteram sempre que as condições do meio se modificam. Logo, ela é relativa às condições do ambiente e, no caso particular do milho, as condições térmicas são aquelas que mais influenciam a duração das etapas fenológicas (BERGAMASCHI; MATZENAUER, 2009). Por esta razão, para efeito de Zoneamento Agrícola de Riscos Climáticos, o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento passou a classificar os genótipos em três grupos de características homogêneas: Grupo I ($n < 110$ dias); Grupo II (n maior ou igual a 110 dias e menor ou igual a 145 dias); e Grupo III ($n > 145$ dias), onde n expressa o número de dias da emergência à maturação fisiológica (CRUZ et al., 2010).

2.4 ECOFISIOLOGIA DO MILHO

A caracterização dos eventos fenológicos é indispensável em estudos que envolvam as interações clima-planta, tais como zoneamentos agroclimáticos, pois permite identificar todo o desenvolvimento das plantas, a fim de estabelecer relações com as condições do ambiente em diferentes anos, épocas e locais. Com isso, torna-se possível avaliar e descrever, com precisão, os impactos de eventuais fenômenos adversos (BERGAMASCHI; MATZENAUER, 2009).

O uso de uma escala baseada nas mudanças morfológicas da planta e nos eventos fisiológicos que se sucedem no ciclo de vida do milho é importante pois garante maior segurança e precisão nas ações de manejo (FANCELLI, 2015b). Assim, o ciclo da cultura do milho foi dividido por Fancelli e Dourado Neto (1997) em 5 etapas

de desenvolvimento, quais sejam: (1) germinação e emergência: período compreendido desde a sementeira até o efetivo aparecimento da plântula, o qual em função da temperatura e umidade do solo pode apresentar 5 a 12 dias de duração; (2) crescimento vegetativo: período compreendido entre a emissão da segunda folha e o início do florescimento, tal etapa apresenta extensão variável, sendo este fato comumente empregado para caracterizar os tipos de materiais genéticos (híbridos ou variedades) de milho, quanto ao comprimento do ciclo; (3) florescimento: período compreendido entre o início da polinização e o início da frutificação, cuja duração raramente ultrapassa 10 dias; (4) frutificação: período compreendido desde a fecundação até o enchimento completo dos grãos, sendo sua duração estimada entre 40 e 60 dias; (5) maturidade: período compreendido entre o final da frutificação e o aparecimento da “camada negra”, sendo este relativamente curto e indicativo do final do ciclo de vida da planta, denominado ponto de maturidade fisiológica.

A partir do conhecimento do ciclo da cultura, é possível obter elevadas produtividades do milho conciliando “[...] a máxima área foliar com a maior disponibilidade de radiação solar, desde que não haja déficit hídrico” (BERGAMASCHIL et al., 2004, p. 832). Para tanto, é necessário que os fatores meteorológicos como, radiação solar, temperatura do ar e a disponibilidade hídrica satisfaçam as exigências da cultura.

2.4.1 Temperatura do ar

Dentre os fatores de produção, a temperatura é o que se destaca como o mais importante para o crescimento e desenvolvimento do milho. Da germinação até a maturação fisiológica, cada fase do ciclo da cultura tem uma exigência térmica determinada, a ser preenchida para que a planta de milho complete o seu desenvolvimento (BARBOSA, 1983).

Segundo Cruz et al. (2010), temperaturas entre 25 °C e 30 °C propiciam as melhores condições para a germinação das sementes de milho. Temperaturas do solo inferiores a 10°C e superiores a 42 °C prejudicam sensivelmente o processo de germinação, sendo o seu cultivo em áreas com temperaturas médias diárias inferiores a 19 °C e noites com temperaturas médias abaixo de 12,8 °C não recomendadas. A sementeira na temperatura abaixo da adequada quando aliada a uma elevada umidade do solo implicará no aumento da taxa de plântulas anormais, bem como

provocará uma redução na germinação e na emergência, devido à desestruturação de membranas e a alterações na síntese e na ação de enzimas.

Já no período de florescimento e enchimento de grãos, temperaturas inferiores a 15,5 °C não são adequadas, pois podem retardar significativamente o período reprodutivo. Já temperaturas médias diárias superiores a 26 °C promovem a aceleração dessas etapas. No entanto, se as temperaturas forem superiores a 32 °C haverá prejuízo na germinação e na viabilidade do grão de pólen. Do mesmo modo, se uma temperatura elevada (superior a 24 °C) se der no período noturno, provocará um consumo energético elevado, em função do incremento da respiração celular, ocasionando menor saldo de fotoassimilados, além de contribuir para a redução do ciclo da planta (ampliação da soma térmica diária), bem como de sua área foliar, resultando em queda na produtividade (FANCELLI, 2015a).

O estudo sobre o efeito que a temperatura tem no desenvolvimento das plantas é realizado através da utilização da concepção de unidades de calor, como os graus-dia (WAGNER et al., 2011). O método de graus-dia baseia-se na premissa de que as plantas necessitam acumular quantidades específicas de unidades de calor a cada etapa de crescimento e desenvolvimento (CRUZ et al., 2006). Dessa forma, o milho só apresenta um desenvolvimento constante entre uma faixa de temperatura máxima e mínima, sendo que abaixo de 30°C ou acima de 10°C a planta não se desenvolve (WAGNER et al., 2011).

Essas unidades de calor necessárias para cada etapa do ciclo do milho são obtidas através da soma térmica. A partir da soma térmica de graus-dias é possível estimar a ocorrência de fases da cultura de milho, para diferentes genótipos, regiões e épocas de cultivo, utilizando a temperatura do ar como a única variável (BERGAMASCHI; MATZENAUER, 2009).

Assim, a soma térmica assume grande importância como indicador no processo de otimização e redução de riscos climáticos, uma vez que a partir dela é possível prever a duração do ciclo da planta em função dos fatores ambientais (BARBANO et al., 2003). Logo, tendo em vista sua grande influência na fenologia do milho, a temperatura é a principal variável meteorológica a ser considerada nos zoneamentos agroclimáticos (SENTELHAS; MONTEIRO, 2009).

2.4.2 Radiação solar

A radiação solar é outro fator de extrema importância para a planta de milho, sendo esta cultura uma planta de metabolismo C4 e, portanto, altamente eficiente na utilização da luz. Ocorre que, se não houver radiação solar suficiente, o processo fotossintético é inibido e, conseqüentemente, a planta é impedida de expressar o seu máximo potencial produtivo (CRUZ et al., 2006).

O milho é caracterizado como uma espécie fotoneutra, ou seja, insensível ao fotoperíodo. Isso porque apresenta todo o seu desenvolvimento baseado na disponibilidade de calor (soma térmica), pois a duração da sua fase vegetativa é resultante da disponibilidade de calor, e não do número de horas de luz a que a planta é submetida. A sua maior sensibilidade à variação de luminosidade é verificada no período próximo à fase reprodutiva. Nesse período, a redução da disponibilidade de radiação luminosa ocasiona a diminuição drástica do número e densidade dos grãos (FANCELLI, 2015a).

O movimento dos estômatos, a fotossíntese, o balanço de energia e temperatura estão intimamente relacionados à disponibilidade da radiação. Em condições de baixa luminosidade, todos estes fenômenos diminuem de intensidade, fazendo com que a planta de milho não aumente sua massa, a fotossíntese líquida seja zero e a planta consuma na respiração e em outros processos vitais todos os assimilados sintetizados na fotossíntese. Em contrapartida, a alta intensidade luminosa pode causar a saturação da fotossíntese, sendo os efeitos dessa intensidade variáveis para cada tipo de planta (BARBOSA, 1983).

Assim, o rendimento da cultura, a ser obtido em cada data de semeadura, dependerá principalmente da quantidade de radiação solar incidente, da eficiência de interceptação e da conversão da radiação interceptada em fitomassa. A quantidade de radiação incidente disponível varia com a posição geográfica de cada região, isto é, com sua latitude e altitude, e de acordo com a data de semeadura da cultura (FORSTHOFER et al., 2006).

Dessa forma, para cada latitude, existe uma variação bastante distinta da radiação solar incidente no topo da atmosfera ao longo do ano. Nas regiões próximas ao Equador, a variação anual da radiação solar incidente é pequena, devido à pequena variação na duração do dia e na inclinação dos raios solares. À medida que a latitude aumenta, ocorre um aumento progressivo da variação anual da radiação solar incidente. Logo, para as latitudes sul, a incidência de radiação solar aumenta do

inverno em direção ao verão e, posteriormente, diminui até o inverno (HELDWEIN; MEDEIROS, 2008).

Cabe salientar que, de modo geral, segundo Heldwein e Medeiros (2008), o mês com maiores valores de temperatura do ar (janeiro) não corresponde com o mês de maior disponibilidade de radiação solar (dezembro). Mesmo fato ocorre com o mês de menores valores de temperatura do ar (julho) que também não coincide com o mês de menor disponibilidade de radiação solar (junho). Esse atraso, de cerca de um mês entre as duas trajetórias, é justificado pelo fato de que, inicialmente, a superfície precisa se aquecer, para, depois, aquecer o ar acima. Posteriormente, a superfície necessita se resfriar para, após, resfriar o ar acima.

A densidade e o arranjo de plantas de milho são considerados fatores fundamentais para otimizar a exploração do ambiente, uma vez que permitem ajustar a cultura à disponibilidade de radiação solar da região ou da data de cultivo (BERGAMASCHI; MATZENAUER, 2009). Assim, considerando a importância que a radiação solar assume no desenvolvimento do milho, torna-se relevante levar em consideração a influência que a distribuição das plantas na área, a disposição das folhas na planta e a área foliar fazem no aproveitamento da luz. Nesse sentido, o melhor aproveitamento da radiação solar pode ser obtido através da melhor distribuição espacial de plantas na área, mediante combinações adequadas entre o espaçamento entre linhas e o número de plantas na linha (FANCELLI, 2015a).

2.4.3 Disponibilidade hídrica

A água constitui um elemento essencial para o desenvolvimento do milho, desde a sua germinação até o final do seu ciclo (BARBOSA, 1983). Ela desempenha papel fundamental na fisiologia das plantas, tendo em vista que praticamente todos os processos metabólicos são influenciados por sua presença (FANCELLI, 2015a).

A cultura do milho exige entre 400mm e 600mm de chuva, sendo que as fases de emergência, florescimento e formação do grão são as que demandam maior exigência hídrica. O consumo de água pelo milho durante o período vegetativo, em condições normais, é próximo de 3,0 mm/dia. Já durante o período compreendido entre o florescimento e os grãos farináceos, o consumo pode chegar a 5,0 e 7,5 mm diários. Trata-se do período mais crítico com relação a um requerimento de suprimento hídrico satisfatório. Dessa forma, a ocorrência da referida etapa deve ser

criteriosamente planejada, a fim de garantir a sua coincidência com condições estacionais que apresentem temperaturas favoráveis (25 a 30 °C) e chuvas frequentes, porém, de curta duração para não prejudicar a disponibilidade de radiação (FANCELLI, 2015a).

A ocorrência de déficit hídrico induz as plantas ao fechamento de seus estômatos, fixando menos CO₂ e, dessa forma, afetando negativamente a fotossíntese (SENTELHAS; MONTEIRO, 2009). A deficiência hídrica, aliada a nebulosidade prolongada, deficiências nutricionais próximas ao florescimento e elevada população de plantas, são condições de estresse que afetam o sincronismo das inflorescências masculina e feminina, o que acaba provocando o retardamento da emissão dos estilos-estigma e a ausência de grãos na extremidade da espiga (FANCELLI, 2015a).

A exigência de consumo de água pelo milho varia de acordo com suas fases de desenvolvimento, fazendo com que sua deficiência provoque diferentes consequências em suas fases. Assim, períodos de deficiência hídrica de uma semana, durante o pendoamento, podem provocar queda na produção, em torno de 50%, a medida em que, sob as mesmas condições, se a deficiência hídrica for posterior à etapa de fecundação acarretará menos danos, em torno de 25% a 32% na produção (FANCELLI, 2015a).

Do mesmo modo, quando há excesso hídrico há redução da produtividade da cultura. Com a ocorrência de chuvas em excesso há redução da oxigenação dos solos, diminuindo a atividade radicular e a absorção de água e nutrientes pelas plantas (SENTELHAS; MONTEIRO, 2009). Contudo, a quantidade de água disponível para a cultura vai depender da profundidade explorada pelas raízes e da capacidade de armazenamento de água do solo. Dessa forma, um manejo racional do solo e da cultura acaba sendo de suma importância para o crescimento e distribuição do sistema radicular, a fim de ter um aproveitamento mais eficiente da água (FANCELLI, 2015a).

Mesmo que as condições hídricas do solo sejam favoráveis ao desenvolvimento da planta, se a ela não conseguir suprir a demanda evaporativa, absorvendo água suficiente para repor as perdas por transpiração, o potencial da água na planta começa a reduzir, iniciando o déficit hídrico. A depender da intensidade do déficit, pode ou não causar estresse à planta (BERGAMASCHI; MATZENAUER, 2009).

2.5 ÉPOCA DE SEMEADURA E ZONEAMENTO AGRÍCOLA DE RISCO CLIMÁTICO

A manifestação do potencial de rendimento do milho depende de fatores genéticos e de condições favoráveis de ambiente e de manejo. A precipitação pluviométrica, a temperatura do ar e a radiação solar influenciam a fenologia, o crescimento e o desenvolvimento da planta de milho e, conseqüentemente, na sua produtividade (FORSTHOFER et al., 2006). Cada um desses fatores, em condições inadequadas, pode comprometer diferentemente as atividades fisiológicas da planta, interferindo na produção de massa verde e grãos (LAZZAROTTO; ARANTES; LAMAS, 1998). Nessa conjuntura, o potencial de rendimento do milho pode ser maximizado através da escolha adequada da época de semeadura para cada genótipo, sem alterar significativamente, o custo de produção (FORSTHOFER et al., 2006).

Nesse sentido, o Ministério da Agricultura e do Abastecimento define anualmente o Zoneamento Agrícola de Risco Climático para cada cultura, tipo de solo e município. Trata-se de um instrumento que dá suporte à tomada de decisões que definem, a partir da escolha da cultura e do genótipo, o nível de riscos de natureza climática para cada época de semeadura, em um dado local (CUNHA et al., 1999). Essa definição dos períodos favoráveis de semeadura para o cultivo do milho é realizada com base em cálculos de balanço hídrico diário, levando em consideração a interação entre local, ciclo dos genótipos, período de semeadura e tipo de solo (EMBRAPA, 2017).

A quantidade de radiação incidente disponível varia com a posição geográfica de cada região produtora de grãos, ou seja, com sua latitude e altitude, e de acordo com a época de semeadura da cultura (NASCIMENTO et al., 2011). Assim, também, a disponibilidade de água, em cultivos não irrigados, se altera de acordo com as diferentes épocas de semeadura. Ademais, a quantidade de água disponível também varia para cada tipo de solo. Os solos mais arenosos, pouco profundos ou com baixo teor de matéria orgânica, geralmente apresentam menor capacidade de fornecimento de água para as plantas (BRASIL, 2019).

Do mesmo modo, a temperatura, que possui influência direta sobre o desenvolvimento fenológico do milho, apresenta variações nas diversas épocas de semeadura. Segundo (WAGNER et al., 2011), a disponibilidade térmica tem influência direta sobre o desenvolvimento fenológico do milho, de tal forma que locais ou

períodos mais quentes determinam desenvolvimento mais rápido destas. Assim, o milho necessita de uma certa quantidade de energia térmica, representada pela soma de graus-dia necessários para completar determinada fase fenológica ou o seu ciclo.

Existem, no mercado, híbridos de milho com diferentes características fisiológicas que se adaptam melhor às condições de ambiente das diferentes regiões (NASCIMENTO et al., 2011). Portanto, o conhecimento e a previsão dos estádios fenológicos são de grande importância para determinar a melhor data de semeadura para cada híbrido. Dessa forma, é possível aliar a data de semeadura com as condições climáticas que suprem as necessidades de cada híbrido.

Portanto, fatores ambientais como a disponibilidade térmica, hídrica e solar exercem grande influência sobre o desenvolvimento fenológico do milho. Tais fatores variam ao longo de toda a janela de semeadura e agem de maneira distinta para cada genótipo de milho. Nesse cenário, a realização de estudos a campo para avaliar como diferentes híbridos de milho se comportam quando cultivados em diversas datas de semeadura assume grande relevância, permitindo com que se alie a escolha do híbrido à sua época ideal de semeadura. Dessa maneira, é possível minimizar a ocorrência de condições de estresse nos períodos mais críticos do desenvolvimento do milho, garantindo, por consequência, com que o híbrido selecionado desenvolva o seu máximo potencial produtivo (BERGAMASCHI; MATZENAUER, 2009).

Assim, na tomada de decisão quanto à data de semeadura, é importante conhecer os fatores de risco, que tendem a ser minimizados quanto mais eficiente for o planejamento das atividades relacionadas à produção. O agricultor precisa estar consciente de que a chance de sucesso da sua plantação depende de planejamento, e que este depende de vários elementos, dentre eles os riscos climáticos a que está sujeito. Desta forma, a semeadura de milho na época adequada só oferece benefícios, visto que não traz nenhum acréscimo ao custo de produção, mas, seguramente, pode garantir elevadas produtividades e, conseqüentemente, maior rentabilidade ao agricultor (SANS; GUIMARÃES, 2008).

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 LOCAL DO EXPERIMENTO

O experimento foi conduzido em uma área de cultivo agrícola localizada no município de Cerro Largo, Rio Grande do Sul, Brasil. As coordenadas do local são latitude: 28°04'23"S; longitude: 54°46'21"W e altitude 226 metros, com precipitação e temperatura do ar médias anuais de 1771 mm e 19,8 °C, respectivamente. O clima regional é do tipo Cfa de acordo com a classificação de Köppen, caracterizado como subtropical úmido, ocorrendo verões quentes e não possuindo estação seca definida (ALVARES et al, 2013). O solo na área é classificado como Latossolo vermelho pertencente a Unidade de Mapeamento Santo Ângelo (EMBRAPA, 2018).

Durante o período de realização do experimento, os dados meteorológicos foram obtidos através da estação meteorológica da Universidade Federal da Fronteira Sul, distante cerca de 7,7 km do experimento. Esses dados foram utilizados para determinar a soma térmica e expressar o ciclo da cultura em graus-dia, a fim de caracterizar a fenologia da cultura do milho.

3.2 IMPLANTAÇÃO E CONDUÇÃO DO EXPERIMENTO

O experimento foi implantado sob o sistema de plantio direto através da semeadura manual, a fim de garantir que o espaçamento entre plantas seja igual em todos os tratamentos. O espaçamento foi de 0,5 m entre as linhas de semeadura e 0,29 m entre plantas, que corresponde à uma população de 70.000 plantas por hectare.

A área onde foi implantado o experimento, anteriormente cultivada com trigo, foi previamente dessecada, sendo esse procedimento realizado cerca de 20 dias antes de cada semeadura. A adubação foi realizada em pré-semeadura de acordo com a análise de solo e seguindo as recomendações técnicas para a cultura do milho, considerando o rendimento esperado de 12.000 kg ha⁻¹.

Em pós-emergência, foi realizada a aplicação de nitrogênio durante os estádios de V4 e V8 conforme recomendação. Quando necessário, foi realizado o controle de plantas daninhas e pragas com produtos registrados para a cultura do milho, de modo

que as plantas não tivessem o seu desenvolvimento afetado com o ataque de pragas ou competição com plantas invasoras.

Entretanto, ao realizar o controle pós-emergente de plantas daninhas na primeira semeadura, o híbrido 30F53 VYHR não apresentou tolerância ao herbicida glifosato, ocorrendo sua senescência após a aplicação, apesar do detentor do híbrido indicar tolerância a esse herbicida.

3.3 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

O experimento foi conduzido utilizando-se delineamento de blocos ao acaso, em arranjo bi fatorial de 3 blocos, com 15 híbridos de milho em seis datas de semeadura no ano de 2019, sendo elas 08/08, 30/08, 29/09, 26/10, 30/11 e 31/12. Dessa forma, o experimento foi composto por 45 unidades experimentais, com intervalos de aproximadamente 30 dias entre cada semeadura, totalizando, ao final do experimento, 270 unidades experimentais.

Cada unidade experimental foi constituída de 6 linhas de semeadura com 3 metros de comprimento, sendo considerada como área útil as quatro linhas centrais para fins de análise. Os híbridos utilizados no experimento são descritos na Tabela 1.

Tabela 1 – Características de Ciclo (C), Genética (G), Potencial produtivo (PP em kg ha⁻¹), Duração do período da emergência até a floração masculina (E-FM em dias) e emergência até a maturação fisiológica (E-MF em dias) dos híbridos utilizados no experimento, conforme informações dos obtentores.

Obtentor	Híbrido	C	G	PP	E-FM	E-MF
KWS	RB9006 PRO3	P	HS	12607	65	109
KWS	K9606 VIP3	P	HS	12000	58	120
KWS	K9500 PRO2	SP	HS	14000	55	120
KWS	K9105 VIP3	P	HS	12000	58	120
BREVANT	B2418 VYHR	SP	HS	12000	59	125
BREVANT	B2433 PWU	SP	HT	11000	59	109
BREVANT	B2401 PWU	SP	HS	12000	59	104
BIOMATRIX	BM3066 PRO2	P	HS	10150	76	127
PIONEER	P3754 PWU	P	HS	12000	59	109
PIONEER	P3016 VYHR	P	HS	15000	55	104
PIONEER	P3565 PWU	P	HT	12000	55	105
PIONEER	30F53 VYHR	SP	HS	12000	61	109
AGROESTE	AS1666 PRO3	SP	HS	14148	69	109
AGROESTE	AS1730 PRO3	SP	HS	13509	63	108
AGROESTE	AS1677 PRO3	HP	HS	10309	66	106

HS = Híbrido simples; HS = Híbrido triplo; HP = Hiperprecoce; SP = Superprecoce; P = Precoce;

Fonte: MAPA (2020b).

3.4 AVALIAÇÕES

Foram avaliados o crescimento, o desenvolvimento e a produtividade dos híbridos de milho em cada data de semeadura, sendo analisada a altura da planta, a massa seca da parte aérea, a produtividade de grãos e a soma térmica em graus-dias necessária para cada fase fenológica. Para tanto, foi considerada como data de cada estágio de desenvolvimento quando 50% ou mais das plantas de cada unidade experimental atingiram o referido estágio, de acordo com a escala fenológica proposta por Fancelli e Dourado Neto (2000).

3.4.1 Emergência

A duração da fase de emergência foi contabilizada desde a data de semeadura até a data de emergência. As unidades experimentais foram consideradas emersas quando 50% das plantas estiveram visíveis acima da superfície do solo.

3.4.2 Índice de velocidade de emergência

O Índice de Velocidade de Emergência (IVE) foi obtido, contando-se diariamente, desde a sementeira, o número de plantas emergidas de uma linha por unidade experimental, até se obter o número constante de plantas emergidas, segundo método descrito por Maguire (1962). Utilizando-se a equação:

$$IVE = (E_1 / N_1) + (E_2 / N_2) + (E_n / N_n)$$

em que:

IVE = Índice de Velocidade de Emergência

$E_1 \dots E_n$ = Número de plantas normais da primeira até a última contagem

$N_1 \dots N_n$ = Número de dias da sementeira até a última contagem

3.4.3 Número de dias da sementeira até o estágio de pendoamento

O período para o florescimento masculino foi considerado pelo número de dias desde a data de sementeira até quando pelo menos 50% das plantas de cada unidade experimental atingiram o estágio de VT (emissão do pendão).

3.4.4 Número de dias da sementeira até o estágio R5.5

O número de dias para atingir o estágio R5.5 (ponto ideal de corte para silagem) foi considerado a partir da data de sementeira até quando pelo menos 50% das plantas de cada unidade experimental atingiram o estágio de R5.5 (1/2 da linha do leite).

3.4.5 Número de dias da sementeira até a maturidade fisiológica

O intervalo para a maturidade fisiológica foi considerado a partir do número de dias necessários desde a sementeira para que pelo menos 50% das plantas de cada unidade experimental alcançassem o estágio de R6 (maturidade fisiológica).

3.4.6 Altura de planta

Para determinação da altura de planta foi utilizada uma trena graduada, medindo-se a distância desde o solo até o ponto de inserção da última folha (folha bandeira) de três plantas presentes na área útil de cada unidade experimental, após estas atingirem da maturação fisiológica (MARTINS, 2013).

3.4.7 Produtividade de grãos

Para estimar a produtividade de grãos foi realizada a debulha das espigas presentes em 1 m² na área útil de cada unidade experimental. Após a pesagem de todas as amostras, foi realizada a determinação do teor de umidade dos grãos e a sua correção para 13%.

3.4.8 Rendimento da massa de matéria seca da parte aérea

Para a determinação da massa de matéria seca da parte aérea, foi realizada a colheita e moagem de toda a parte aérea de 1 m² da área útil de cada unidade experimental, pré-secada, inicialmente, ao sol e, depois, em uma estufa com ventilação forçada, a uma temperatura de secagem de 65° C até atingir massa constante.

3.4.9 Determinação das exigências térmicas

A partir dos dados diários de temperatura do ar, calculou-se o número de graus-dia necessários, a partir da semeadura, para os híbridos atingirem a emergência, pendoamento, estágio R5.5 e maturação, conforme modelo utilizado por Arnold (1959).

$$GD = \sum (T_{\text{méd}} - T_b)$$

em que:

GD: total de graus-dia acumulados em cada período;

$T_{\text{méd}}$: temperatura média diária do ar ($^{\circ}\text{C}$), calculada a partir de médias a cada 10 minutos na estação meteorológica;

T_b : temperatura base inferior da cultura ($^{\circ}\text{C}$), sendo a temperatura base adotada para a cultura do milho de 10°C .

3.4.10 Determinação da massa de mil sementes

Para determinação da massa de mil sementes, foi realizada inicialmente a contagem de oito amostras contendo 100 sementes. Cada amostra foi pesada em balança de precisão e, após a obtenção dos dados, foi realizado a análise em planilha eletrônica, considerando a variância, desvio padrão e coeficiente de variação das amostras, para maior confiabilidade dos dados, conforme metodologia descrita pelas Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009).

3.5 ANÁLISES ESTATÍSTICAS

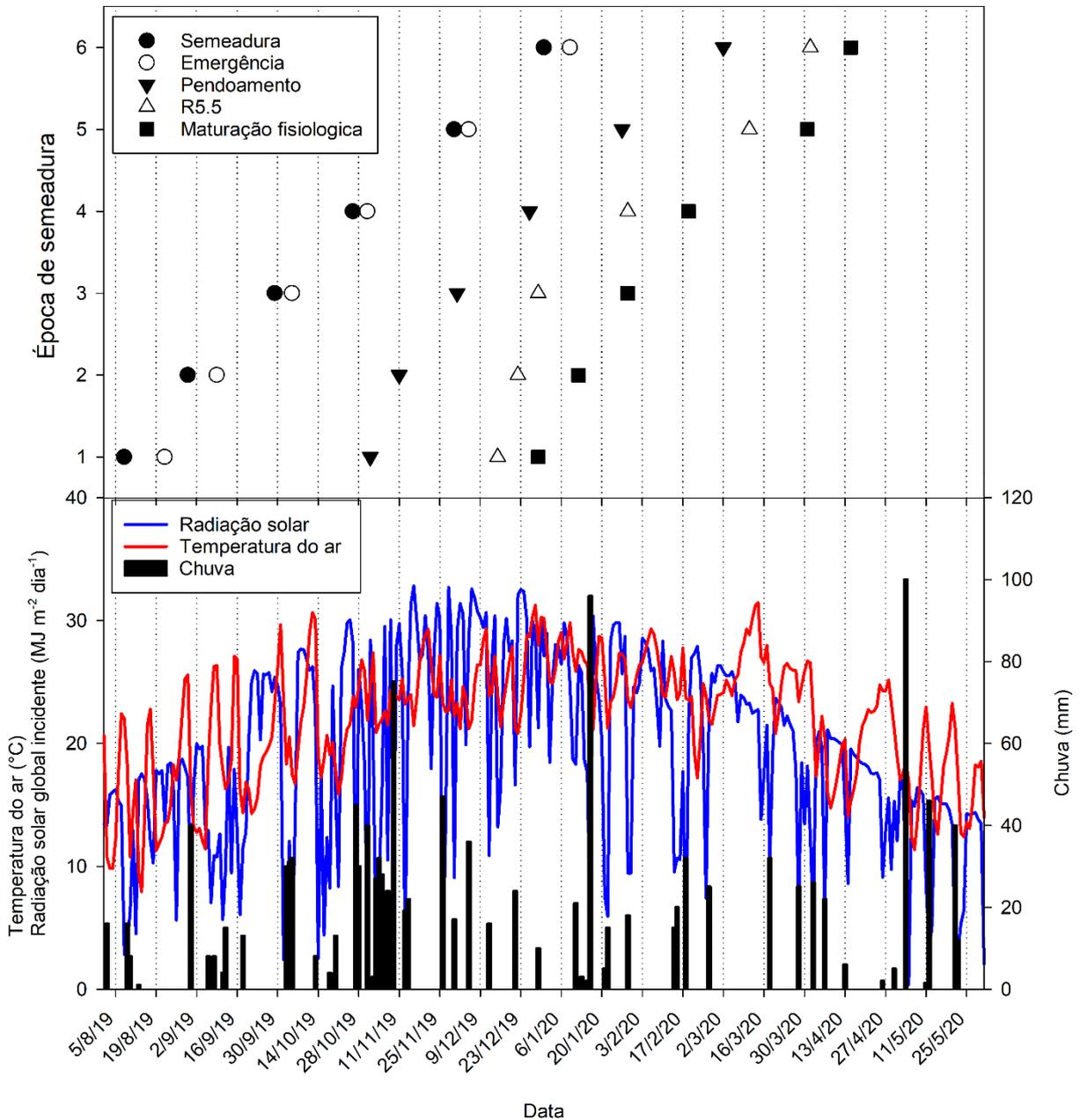
Os dados do experimento foram submetidos ao teste de normalidade de Shapiro-Wilk, ao teste de homogeneidade da variância de Bartlett, e as médias comparadas por meio do teste de Scott-Knott, adotando em todas as análises o nível de 5% de probabilidade de erro.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 DADOS METEOROLÓGICOS

Na Figura 1 são apresentados os índices de radiação solar global incidente, temperatura média do ar e as chuvas ocorridas no local onde foi conduzido o experimento durante o ano agrícola 2019/2020, relacionados com as datas médias de ocorrência dos estádios de semeadura, emergência, pendoamento, estágio R5.5 e maturação fisiológica.

Figura 1 – Datas médias de ocorrência dos estádios de semeadura, emergência, pendoamento, estágio R5.5 e maturação fisiológica relacionados com os valores diários de radiação solar global incidente média diária, temperatura média do ar e acumulado de chuvas no município de Cerro Largo – RS no período de 01/08/2019 a 31/05/2020.



Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

A exigência hídrica para que o milho produza satisfatoriamente, segundo Fancelli (2015a), varia de 400 mm a 600 mm. Durante o período de realização do experimento, que foi de agosto de 2019 a maio de 2020, obteve-se uma precipitação

total de 1.314 mm, sendo 735 mm bem distribuídos durante os meses de agosto a dezembro, o que não ocorreu a partir de então.

Como se observa a partir do gráfico, de janeiro a maio os 579 mm foram mal distribuídos, sendo as chuvas mais concentradas, tendo a safra passado por períodos de deficiência hídrica. Durante este período, ocorreram vários períodos de estiagem acompanhados de altas temperaturas.

De acordo com Fancelli (2015a), os períodos mais críticos em relação a um suprimento hídrico satisfatório são os da emergência e do florescimento e enchimento dos grãos, quando o consumo de água é próximo de 3,0 mm/dia e pode chegar a 5,0 e 7,5 mm diários, respectivamente. Assim, as semeaduras realizadas em agosto tiveram uma boa distribuição de chuvas durante o seu ciclo, ao contrário das semeaduras realizadas em setembro, outubro, novembro e dezembro que passaram por períodos de deficiência hídrica, mesmo que breves, durante as fases críticas da cultura, comprometendo o seu máximo desenvolvimento.

Já a radiação solar global incidente, conforme se depreende do gráfico, no início do experimento foi de $11 \text{ MJ m}^{-2} \text{ dia}^{-1}$, apresentando um aumento gradual até o terceiro decêndio de dezembro, quando alcançou a média de $27 \text{ MJ m}^{-2} \text{ dia}^{-1}$. Assim, os maiores valores de radiação solar global incidente coincidiram com o solstício de verão, ou seja, com a época do ano com maior período de insolação. Após, a radiação solar sofreu um declínio nos meses subsequentes, chegando a $10 \text{ MJ m}^{-2} \text{ dia}^{-1}$ em meados de 2020. Isso representa uma redução de 62%, o que, de acordo com Cruz et al. (2010) provoca atraso na maturação dos grãos, podendo ocasionar até mesmo queda na produção.

Semelhante ao que ocorreu com a radiação solar, a temperatura média do ar também teve um aumento gradual até dezembro. Após, houve um declínio da temperatura com um pico no segundo decêndio de março quando atingiu uma temperatura média máxima do experimento de $28,8 \text{ }^\circ\text{C}$.

Segundo Fancelli (2015a), temperaturas entre 25°C e 30°C propiciam as melhores condições para a germinação das sementes de milho. A semeadura na temperatura abaixo da adequada provoca uma redução na germinação e na emergência.

Levando isso em consideração, verificou-se, no experimento, que a emergência foi afetada pela baixa temperatura que ocorreu nas semeaduras realizadas em agosto, quando a temperatura do ar obteve média de 16°C . Já com o

aumento da temperatura teve-se uma redução na duração do ciclo, devido ao aumento da soma térmica de graus-dia.

4.2 ANÁLISES ESTATÍSTICAS

De acordo com as análises de variâncias para as características analisadas, foram encontradas diferenças significativas ($P < 0,05$) entre os híbridos para quase todas as análises, exceto para o número de dias até a emergência, IVE e para a exigência térmica até a emergência. Já para as análises de variância entre as datas de semeadura, encontraram-se diferenças significativas ($P < 0,01$) em todas as análises realizadas. Observou-se, nas análises de variâncias, um efeito significativo entre a interação híbridos x data de semeadura em quase todas as análises, exceto para a soma térmica da semeadura até a emergência.

Os menores valores de coeficientes de variação (CV) foram obtidos na análise da exigência térmica da semeadura até o pendoamento, seguido das análises do número de dias e a soma térmica da semeadura até a maturação, número de dias e a soma térmica da semeadura até o estágio R5.5, número de dias da semeadura até o pendoamento e altura de planta, obtendo-se um CV menor que 5%. De um modo geral, os maiores CVs foram obtidos nas análises referentes à emergência, evidenciando, possivelmente, uma interferência sobre a emergência de algumas unidades experimentais.

Constatou-se que o efeito da data de semeadura foi significativo para todas as características analisadas. Observou-se que, apesar de os híbridos apresentarem comportamentos semelhantes para quase todas as análises, houve diferenças significativas entre eles. Dessa forma, tanto os híbridos como as datas de semeadura tiveram uma interação significativa.

4.3 FENOLOGIA

Como demonstrado por Alves (1995), a duração dos ciclos fenológicos de uma espécie vegetal, é função das exigências térmicas, isto é, do número de graus-dia acumulado para uma cultura completar seu ciclo. Segundo Cardoso e Mundstock (1978), o milho necessita de determinadas somas térmicas para concluir cada estágio

do seu ciclo. Assim, com o aumento da temperatura do ar a planta acumula uma maior soma térmica diária, reduzindo, conseqüentemente, a duração do seu ciclo.

Vários métodos podem ser utilizados para a mensuração da soma térmica. De uma forma mais simples, a equação pode ser feita subtraindo-se a temperatura média diária do ar da temperatura base. Pode, no entanto, também ser utilizado o método que considera um valor máximo de acúmulo térmico diário na temperatura ótima, podendo-se até mesmo para temperaturas supraótimas considerar um decréscimo linear até zero do acúmulo térmico na temperatura base (ROSA, 2009). Dessa forma, principalmente nas regiões de clima tropical, as variações constantes de temperatura dificultam a determinação de temperaturas mínimas e máximas ótimas.

4.3.1 Índice de velocidade de emergência

A uniformidade de emergência das plântulas, bem como o crescimento inicial das plantas é fundamental para que a competição entre as plantas seja equilibrada e todas tenham a mesma capacidade de uso de recursos como luz, água e nutrientes. Dessa forma, índices de velocidade de emergência mais baixos geram menor capacidade de competição desses recursos com as plantas vizinhas, resultando em plantas dominadas e em perdas da produtividade (MONDO, 2009).

Nesse contexto, conforme se observa na Tabela 2, os híbridos semeados nos meses de agosto, setembro, outubro e novembro não diferiram significativamente. Já na semeadura realizada em dezembro, o híbrido K9606 VIP3 teve um maior IVE (13,23), não diferindo significativamente dos tratamentos B2401 PWU, BM3066 PRO2 e 30F53 VYHR, mas diferindo significativamente dos demais.

Tabela 2 - Índice de velocidade de emergência de 15 híbridos de milho em seis datas de semeadura no ano de 2019.

Híbrido	Data de semeadura					
	08/08	30/08	29/09	26/10	30/11	31/12
RB9006 PRO3	5,02 Ab*	5,13 Ab	9,79 Aa	8,13 Aa	6,81 Ab	8,13 Ba
K9606 VIP3	4,67 Ac	4,63 Ac	9,08 Ab	8,56 Ab	6,00 Ac	13,23 Aa
K9500 PRO2	4,26 Ac	5,79 Ac	9,97 Aa	7,60 Ab	5,40 Ac	6,95 Cb
K9105 VIP3	4,08 Ab	5,02 Ab	9,45 Aa	8,07 Aa	6,16 Ab	9,69 Ba
B2418 VYHR	5,07 Ab	4,65 Ab	8,76 Aa	8,05 Aa	6,66 Aa	7,32 Ca
B2433 PWU	5,47 Ab	5,24 Ab	10,31 Aa	8,04 Aa	6,51 Ab	5,87 Cb
B2401 PWU	4,35 Ac	4,87 Ac	10,08 Aa	7,87 Ab	6,79 Ab	12,17 Aa
BM3066 PRO2	4,16 Ac	4,73 Ac	10,19 Aa	8,14 Ab	5,20 Ac	11,45 Aa
P3754 PWU	5,91 Ab	5,15 Ab	10,68 Aa	7,98 Aa	6,60 Ab	9,16 Ba
P3016 VYHR	3,79 Ab	5,10 Ab	9,11 Aa	7,67 Aa	6,11 Ab	7,81 Ba
P3565 PWU	5,15 Ab	4,95 Ab	10,06 Aa	8,29 Aa	6,72 Ab	9,52 Ba
30F53 VYHR	4,28 Ac	4,50 Ac	8,95 Ab	7,93 Ab	6,63 Ac	12,32 Aa
AS1666 PRO3	5,38 Ac	5,19 Ac	11,73 Aa	8,07 Ab	5,84 Ac	9,47 Bb
AS1730 PRO3	3,61 Ab	4,77 Ab	9,49 Aa	7,39 Aa	5,82 Ab	8,65 Ba
AS1677 PRO3	5,02 Ab	5,15 Ab	10,23 Aa	7,31 Ab	6,76 Ab	5,42 Cb
C.V. (%)	21,24					

*Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente entre si, maiúscula na coluna e minúscula na linha, pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade. C.V.: Coeficiente de variação da ANOVA.

Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

Ao se analisar os híbridos isoladamente em relação à sua data de semeadura constata-se que, para os híbridos RB9606 PRO3, K9105 VIP3, P3754 PWU, P3016 VYHR, P3565 PWU e AS1730 PRO3 as semeaduras realizadas em 29/09, 26/10 e 31/12 apresentaram maior IVE, diferindo significativamente dos demais. Para os híbridos K9606 VIP3 e 30F53 VYHR a semeadura realizada em 31/12 foi a que apresentou maior IVE, diferindo significativamente dos demais. Já para os híbridos K9500 PRO2, AS1666 PRO3 e AS1677 PRO3, na semeadura realizada no dia 29/10/2019 obteve-se o maior IVE, diferindo significativamente dos demais. No híbrido B2418 VYHR obteve-se maior IVE nas semeaduras realizadas em 29/09/19, 26/10/19, 30/11 e 31/12, diferindo significativamente dos demais. Já o híbrido B2433 PWU apresentou melhor IVE nas semeaduras de 29/09 e 26/10, diferindo significativamente dos demais. Por fim, para os híbridos B2404 PWU e BM3066 PRO2 as semeaduras realizadas em 29/09 e 31/12 foram as que apresentaram maior IVE, diferindo significativamente das demais.

Nota-se que as sementeiras realizadas no mês de agosto tiveram a menor velocidade de emergência, o que pode ser explicado, possivelmente, devido à baixa temperatura do solo. A esse respeito, explica Cruz et al. (2010) que a temperatura da planta corresponde à temperatura do ambiente que a envolve e que devido a isso flutuações periódicas interferem nos processos metabólicos da planta, que é mais acelerado quando a temperatura é mais elevada e tende a diminuir nos períodos mais frios. Dessa forma, quando o milho é submetido a temperaturas inferiores a 10 °C por longos períodos o crescimento da planta é quase nulo.

Já para as datas de sementeira de setembro e outubro, nos períodos de sementeira e emergência, as condições ambientais estiveram favoráveis para a sementeira e a emergência das plântulas de milho. Segundo Fancelli (2015a), o consumo de água pelo milho durante o período vegetativo, em condições normais, é próximo de 3,0 mm/dia. Semelhantemente, afirma Cruz et al. (2010) que o consumo de água pela planta, nos estádios iniciais de crescimento, num clima quente e seco, raramente excede 2,5 mm/dia. Já em relação à temperatura, afirma Fancelli (2015a) que temperaturas entre 25 °C e 30 °C propiciam as melhores condições para a germinação das sementes de milho. Assim, durante o período de emergência, nas sementeiras de setembro e outubro, foram atendidas as necessidades hídricas e térmicas dos híbridos, quando a precipitação foi de em torno de 19 mm/dia e a temperatura média foi de 22 °C em setembro e de 23 mm/dia e 24 °C em outubro.

Em contrapartida, na sementeira de dezembro, a germinação e a emergência ocorreram apenas com a umidade presente no solo antes da sementeira. De acordo com Bollatti e Juárez (2018), há uma alta correlação entre o teor de umidade do solo e a emergência das plantas de milho. A umidade necessária para se atingir uma emergência aceitável, segundo o autor, deve ser próxima de 24%. Logo, devido à falta de chuvas a sementeira de dezembro teve a sua emergência prejudicada.

Apesar disso, alguns híbridos mais adaptados a essa situação conseguiram apresentar uma velocidade de emergência satisfatória. Tal comportamento pode ser justificado, conforme conclui Mondo (2009), devido às sementes de alto potencial fisiológico possibilitarem maior velocidade de emergência de plântulas e estabelecimento de plantas em relação às de baixo potencial fisiológico.

4.3.2 Soma térmica e duração da fase de emergência

O número de dias necessários para a conclusão do subperíodo semente-emergência variou em média de 5 a 13 dias, dependendo do híbrido e da data de semente.

Em relação ao número de dias da semente até a emergência (Tabela 3), os híbridos não apresentaram diferença significativa entre eles nas sementes realizadas nos dias 08/08, 30/08, 29/09, 26/10 e 30/11. Já na semente realizada na data de 31/12, os híbridos K9606 VIP3, K9105 VIP3, B2401 PWU, BM3066 PRO2 e 30F53 VYHR apresentaram menor duração do período compreendido entre a semente e a emergência.

Tabela 3 - Número de dias da semente até a emergência de 15 híbridos de milho em seis datas de semente no ano de 2019.

Híbrido	Data de semente					
	08/08	30/08	29/09	26/10	30/11	31/12
RB9006 PRO3	13,0 Ac*	9,7 Ab	6,0 Aa	5,3 Aa	5,3 Aa	10,3 Cb
K9606 VIP3	12,7 Ac	10,0 Ab	6,3 Aa	5,3 Aa	5,7 Aa	5,3 Aa
K9500 PRO2	13,0 Ac	9,3 Ab	6,0 Aa	5,0 Aa	5,7 Aa	10,0 Cb
K9105 VIP3	13,7 Ac	10,0 Ab	6,0 Aa	5,0 Aa	6,0 Aa	6,7 Aa
B2418 VYHR	13,0 Ac	10,0 Ab	6,7 Aa	5,0 Aa	5,3 Aa	10,0 Cb
B2433 PWU	12,3 Ab	9,7 Ab	5,7 Aa	5,3 Aa	5,3 Aa	11,0 Cb
B2401 PWU	13,3 Ac	10,0 Ab	6,0 Aa	5,7 Aa	5,0 Aa	5,7 Aa
BM3066 PRO2	14,0 Ac	10,3 Ab	5,7 Aa	5,0 Aa	6,0 Aa	6,0 Aa
P3754 PWU	12,0 Ac	10,0 Ac	6,3 Aa	5,0 Aa	5,0 Aa	8,0 Bb
P3016 VYHR	13,7 Ac	9,7 Ab	6,0 Aa	5,3 Aa	5,3 Aa	10,0 Cb
P3565 PWU	12,3 Ac	9,3 Ab	5,7 Aa	5,0 Aa	5,0 Aa	8,3 Bb
30F53 VYHR	13,3 Ac	10,3 Ab	6,0 Aa	5,0 Aa	5,0 Aa	5,3 Aa
AS1666 PRO3	12,7 Ac	9,0 Ab	5,3 Aa	5,0 Aa	5,0 Aa	8,3 Bb
AS1730 PRO3	13,7 Ac	9,3 Ab	6,0 Aa	5,3 Aa	5,3 Aa	8,0 Bb
AS1677 PRO3	12,3 Ac	9,0 Ab	6,0 Aa	5,3 Aa	5,0 Aa	11,3 Cc
CV (%)	18,24					

*Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente entre si, maiúscula na coluna e minúscula na linha, pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade. C.V.: Coeficiente de variação da ANOVA.

Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

Para os híbridos RB9006 PRO3, K9500 PRO2, B2418 VYHR, B2433 PWU, P3754 PWU, P3016 VYHR, P3565 PWU, AS1666 PRO3, AS1730 PRO3 e AS1677 PRO3 o período compreendido entre a semente e a emergência foi menor quando semente nos dias 29/09, 26/10 e 30/11, diferindo significativamente dos demais. Já os híbridos K9606 VIP3, K9105 VIP3, B2401 PWU, BM3066 PRO2 e 30F53 VYHR

apresentaram menor duração do período entre a semeadura até a emergência quando semeados nos dias 29/09, 26/10, 30/11 e 31/12, diferindo significativamente dos demais.

Conforme explica Fancelli (2015a), durante a etapa vegetativa do milho, a temperatura do ar deve oscilar entre 25 °C e 30 °C e, além de abundância de luz, deve estar relacionada a uma adequada disponibilidade de água no solo. Assim, quando as condições ambientais forem favoráveis, a emergência das plântulas do milho se dará entre 6 a 10 dias após a semeadura (FANCELLI; DOURADO NETO, 2000).

No experimento realizado, para a primeira data de semeadura (08/08), o período compreendido entre a data da semeadura e da emergência foi de em média 12 a 14 dias, com ocorrência de chuva neste período de 25 mm, temperatura máxima média de 22,8 °C e temperatura mínima média de 7,9 °C. Na segunda data de semeadura (30/08), o referido período foi de 9 a 10 dias, ocorrendo chuva média de 59 mm durante esse intervalo. A temperatura máxima média foi de 26,2 °C e a temperatura mínima em média 11,4 °C. Dessa forma, o que se observa é que as semeaduras realizadas no mês de agosto apresentaram uma emergência mais lenta devido à temperatura estar muito abaixo da ideal.

Na terceira data de semeadura (29/09), esse período foi de 5 a 7 dias, ocorrendo uma precipitação acumulada de 93 mm, sendo que a temperatura máxima média foi de 29,6 °C e a temperatura mínima em média de 17,4 °C, alcançando, portanto, os padrões citados na literatura. Na quarta data de semeadura (26/10), a média desse período foi de 5 a 6 dias, ocorrendo precipitação média de 115 mm durante esse intervalo de tempo, com a temperatura máxima média desse período de 26,8 °C e uma temperatura mínima em média de 21,8 °C, também alcançando os padrões citados na literatura. Na quinta data de semeadura (30/11), esse período foi de 5 a 6 dias, ocorrendo uma precipitação na ordem de 53 mm, sendo que a temperatura máxima média foi de 24,6 °C e a temperatura mínima em média de 21,2 °C, mais uma vez alcançando os padrões citados na literatura. Dessa forma, as semeaduras realizadas em setembro, outubro e novembro apresentaram um período de emergência menor, pois nessas épocas todas as condições ambientais encontraram-se mais favoráveis.

Em contrapartida, para a sexta data de semeadura (31/12), a média desse período foi de 5 a 11 dias, não ocorrendo precipitações durante esse intervalo de tempo, com a temperatura máxima média desse período de 30,1 °C e uma

temperatura mínima em média de 24,9 °C. Assim, de modo geral, a semeadura realizada em dezembro teve a emergência prejudicada devido à falta de chuvas durante o período. Apesar disso, alguns híbridos não tiveram a sua emergência afetada mesmo com a baixa umidade no solo presente nesse período, o que pode ser explicado, segundo relatam França-Neto, Krzyzanowski e Henning (2010) pelo fato de que sementes de alta qualidade sofrem menos consequências drásticas do que as sementes de médio ou baixo vigor pela ocorrência de condições de estresse durante a emergência.

Em condições favoráveis, o atraso da semeadura proporcionou uma redução do subperíodo semeadura-emergência de aproximadamente 9 dias. Em experimentos semelhantes, Forsthofer (2004) obteve uma redução de aproximadamente 15 dias na duração do referido período, à medida que a semeadura foi postergada de agosto para janeiro.

Nesse sentido, foi constatado que, para cada 1 ° C de aumento da temperatura, houve uma redução em torno de 1 dia. Conclusão semelhante foi obtida por Berlato, Matzenauer e Sutili (1984), segundo o qual, para cada 1 ° C de aumento da temperatura ocorreu uma redução de meio dia na duração do subperíodo ora analisado.

Com relação à soma térmica acumulada até a emergência, analisando-se a Tabela 4, observa-se que nas semeaduras realizadas nos dias 08/08, 30/08, 29/09, 26/10 e 30/11, não houve diferença significativa entre os híbridos. Já na semeadura realizada na data de 31/12 os híbridos K9606 VIP3, K9105 VIP3, B2401 PWU, BM3066 PRO2 e 30F53 VYHR foram os que apresentaram a menor soma térmica acumulada até a emergência, diferindo significativamente dos demais.

Tabela 4 - Soma térmica acumulada em graus-dia da semeadura até a emergência de 15 híbridos de milho em seis datas de semeadura no ano de 2019.

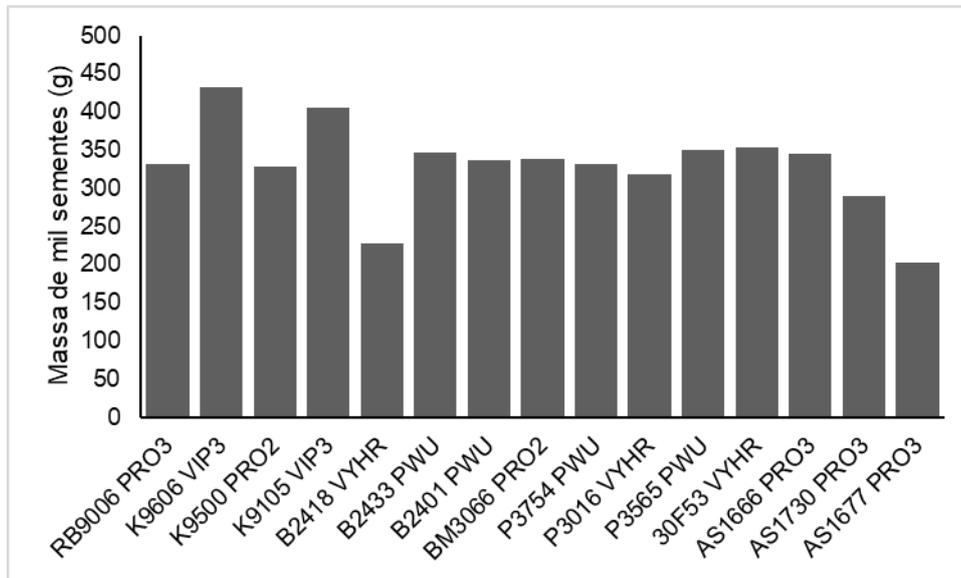
Híbrido	Data de semeadura					
	08/08	30/08	29/09	26/10	30/11	31/12
RB9006 PRO3	71,9 Aa*	66,6 Aa	80,8 Aa	78,1 Aa	68,9 Aa	179,5 Cb
K9606 VIP3	71,3 Aa	72,0 Aa	84,3 Aa	78,1 Aa	72,6 Aa	90,1 Aa
K9500 PRO2	71,9 Aa	61,2 Aa	81,8 Aa	74,1 Aa	72,6 Aa	173,6 Cb
K9105 VIP3	73,7 Aa	72,1 Aa	81,8 Aa	74,1 Aa	76,3 Aa	115,0 Aa
B2418 VYHR	71,9 Aa	72,1 Aa	86,8 Aa	74,1 Aa	68,9 Aa	174,4 Cb
B2433 PWU	70,5 Aa	66,6 Aa	78,8 Aa	78,1 Aa	68,9 Aa	192,0 Cb
B2401 PWU	72,6 Aa	72,0 Aa	81,8 Aa	82,0 Aa	65,1 Aa	96,2 Aa
BM3066 PRO2	74,9 Aa	77,5 Aa	78,3 Aa	74,1 Aa	76,3 Aa	102,6 Aa
P3754 PWU	69,9 Aa	72,0 Aa	83,0 Aa	74,1 Aa	65,1 Aa	137,9 Bb
P3016 VYHR	73,3 Aa	66,6 Aa	80,8 Aa	78,1 Aa	68,9 Aa	175,0 Cb
P3565 PWU	70,5 Aa	61,2 Aa	78,3 Aa	74,1 Aa	65,1 Aa	144,2 Bb
30F53 VYHR	72,7 Aa	77,5 Aa	81,8 Aa	74,1 Aa	65,1 Aa	90,1 Aa
AS1666 PRO3	71,3 Aa	55,8 Aa	74,8 Aa	74,1 Aa	65,1 Aa	144,0 Bb
AS1730 PRO3	73,7 Aa	61,2 Aa	80,8 Aa	78,1 Aa	68,9 Aa	138,3 Bb
AS1677 PRO3	70,5 Aa	55,8 Aa	81,8 Aa	78,1 Aa	65,1 Aa	197,8 Cb
CV (%)	28,56					

*Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente entre si, maiúscula na coluna e minúscula na linha, pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade. C.V.: Coeficiente de variação da ANOVA.

Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

O fato de determinados híbridos apresentarem uma maior soma térmica acumulada até a emergência na semeadura realizada em dezembro, pode ser explicada de acordo com a Figura 2, pela Massa de Mil Sementes (MMS). Segundo afirma Popinigis (1985), em muitas espécies, o tamanho da semente está diretamente relacionado a sua qualidade fisiológica. Isso porque, as sementes maiores possuem, normalmente, embriões mais bem formados e com maiores quantidades de reservas, o que as torna, conseqüentemente, as mais vigorosas (CARVALHO; NAKAGAWA, 2000). Nesse sentido, pesquisas realizadas por Ghisolfi et al. (2006) e Pádua et al. (2010), a fim de avaliar o efeito do tamanho da semente sobre a germinação e o vigor, apontaram que as sementes maiores apresentam melhor qualidade fisiológica. Nesse sentido, a Figura 2 apresenta a Massa de Mil Sementes (MMS) dos híbridos avaliados no experimento, onde aqueles com maior MMS apresentaram a menor soma térmica até a emergência, devido ao maior vigor apresentado por essas sementes, corroborando o exposto neste trabalho.

Figura 2 - Massa de mil sementes em gramas de 15 híbridos de milho utilizados na semeadura.



Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

Conforme se observa na Tabela 10, os híbridos RB9006 PRO3, K9500 PRO2, B2418 VYHR, B2433 PWU, P3754 PWU, P3016 VYHR, P3565 PWU, AS1666 PRO3, AS1730 PRO3 e AS1677 PRO3 a soma térmica acumulada até a emergência foi menor quando semeados nos dias 08/08, 30/08, 29/09, 26/10 e 30/11, diferindo significativamente dos demais. Já os híbridos K9606 VIP3, K9105 VIP3, B2401 PWU, BM3066 PRO2 e 30F53 VYHR não apresentaram diferença significativa entre as datas de semeadura.

4.3.3 Soma térmica e duração do período da semeadura até o estágio do pendoamento

O número de dias necessários para a conclusão do subperíodo da semeadura até o estágio do pendoamento variou em média de 58 a 85 dias, dependendo do híbrido e da data de semeadura.

Conforme a Tabela 5, é possível observar que, em relação ao número de dias até o pendoamento, quando realizada a semeadura no dia 08/08 não houve diferença significativa entre os híbridos. Já na semeadura do dia 30/08, os híbridos RB9006 PRO3, K9606 VIP3, K9500 PRO2, K9105 VIP3, B2418 VYHR, AS1666 PRO3 e AS1677 PRO3 reduziram o número de dias da emergência até o pendoamento,

diferindo significativamente dos demais. Na semeadura realizada em 29/09, o híbrido RB9006 PRO3 apresentou o menor período entre a emergência e o pendoamento, diferindo significativamente dos demais.

Tabela 5 - Número de dias da semeadura até o pendoamento de 15 híbridos de milho em seis datas de semeadura no ano de 2019.

Híbrido	Data de semeadura					
	08/08	30/08	29/09	26/10	30/11	31/12
RB9006 PRO3	81,0 Ad*	69,3 Ac	58,0 Ab	57,0 Ab	52,3 Aa	56,7 Ab
K9606 VIP3	84,3 Ad	71,0 Ac	62,7 Bb	58,0 Aa	57,3 Ba	56,7 Aa
K9500 PRO2	84,3 Ad	73,3 Ac	64,7 Bb	59,7 Aa	57,3 Ba	59,3 Aa
K9105 VIP3	84,0 Ad	71,0 Ac	64,0 Bb	58,0 Aa	58,0 Ba	57,0 Aa
B2418 VYHR	83,0 Ad	72,3 Ac	63,7 Bb	59,7 Ab	56,7 Ba	60,7 Ab
B2433 PWU	87,0 Ad	76,3 Bc	66,3 Bb	65,0 Bb	58,7 Ba	63,3 Bb
B2401 PWU	83,3 Ad	74,7 Bc	64,0 Bb	63,0 Bb	55,7 Ba	57,3 Aa
BM3066 PRO2	88,3 Ad	75,3 Bc	64,0 Bb	63,7 Bb	59,0 Ba	58,0 Aa
P3754 PWU	84,3 Ac	76,7 Bb	65,7 Ba	65,7 Ba	64,0 Ca	69,0 Ba
P3016 VYHR	84,0 Ac	75,0 Bb	64,7 Ba	63,0 Ba	61,0 Ca	61,0 Aa
P3565 PWU	85,3 Ad	76,0 Bc	65,3 Bb	65,0 Bb	63,0 Cb	59,0 Aa
30F53 VYHR	N.O.	78,0 Bb	67,7 Ca	65,0 Ba	63,3 Ca	66,0 Ba
AS1666 PRO3	84,0 Ac	72,7 Ab	71,7 Cb	58,3 Aa	56,7 Ba	59,3 Aa
AS1730 PRO3	84,3 Ad	76,0 Bc	63,7 Bb	63,3 Bb	58,7 Ba	59,3 Aa
AS1677 PRO3	83,7 Ae	71,3 Ad	64,0 Bc	58,3 Ab	53,7 Aa	65,7 Bc
CV (%)	4,06					

*Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente entre si, maiúscula na coluna e minúscula na linha, pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade. N.O.: Não obtido. C.V.: Coeficiente de variação da ANOVA.

Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

Enquanto isso, na semeadura de 26/10 os híbridos RB9006 PRO3, K9606 VIP3, K9500 PRO2, K9105 VIP3, B2418 VYHR, AS1666 PRO3 e AS1677 PRO3 foram os que apresentaram menor duração desse período, diferindo significativamente dos demais. Na semeadura de 30/11, somente o híbrido RB9006 PRO3 e o híbrido AS1677 PRO3 apresentaram uma maior redução do período da emergência até o pendoamento, diferindo significativamente dos demais. Por fim, na semeadura realizada no dia 31/12 os híbridos RB9006 PRO3, K9500 PRO2, K9105 VIP3, B2418 VYHR, B2401 PWU, BM3066 PRO2, P3016 VYHR, P3565 PWU, AS1666 PRO3 e AS1730 PRO3 tiveram a menor duração do período de emergência até o pendoamento, diferindo significativamente dos demais.

Analisando-se os híbridos isoladamente em relação à sua data de semeadura constata-se que, para os híbridos RB9006 PRO3, B2418 VYHR, B2433 PWU e AS1677 PRO3 o período compreendido entre a emergência e o pendoamento foi menor quando semeados no dia 30/11, diferindo significativamente dos demais. Já os híbridos K9606 VIP3, K9500 PRO2, K9105 VIP3 e AS1666 PRO3 apresentaram menor duração da emergência ao pendoamento quando semeados nos dias 26/10, 30/11 e 31/12, diferindo significativamente dos demais. Os híbridos B2401 PWU, BM3066 PRO2, e AS1730 PRO3 tiveram uma menor duração do referido período nas semeaduras dos dias 31/11 e 31/12. Enquanto isso, os híbridos P3754 PWU, P3016 VYHR e 30F53 VYHR apresentaram uma maior redução de dias da emergência até o pendoamento quando a semeadura foi realizada em 29/09, 26/10, 30/11 e 31/12, diferindo significativamente dos demais. E, para o híbrido P3505 PWU, a semeadura realizada no dia 31/12 foi a que apresentou menor período de emergência ao pendoamento.

Constatou-se que a duração do subperíodo semeadura-pendoamento das cultivares foi reduzida significativamente quando se retardou a semeadura. Sangoi (1993) também obteve uma redução no número de dias entre a emergência e o pendoamento quando retardou a semeadura de setembro para dezembro. Ele atribuiu tal comportamento à variação na temperatura. De acordo com o referido autor, as semeaduras realizadas em períodos de temperatura mais elevada provocam maior velocidade no processamento das reações metabólicas da planta, o que acelera o seu ciclo, especialmente no que se refere ao subperíodo emergência-pendoamento.

No mesmo sentido, constatou-se que, quando as semeaduras foram realizadas em períodos de temperatura mais elevada, como em outubro, novembro e dezembro, o pendoamento foi antecipado. Essa relação entre o florescimento masculino e as variações na temperatura também foi evidenciada nos trabalhos de Berlato, Matzenauer e Sutili (1984), Mundstock (1970) e Uitdewilligen (1971).

Verificou-se uma redução de 26 dias com o atraso de 120 dias na semeadura, ou seja, para cada 4 dias no atraso na semeadura reduziu-se 1 dia até o pendoamento. Valores semelhantes a esses foram obtidos por Mundstock (1970), que observou reduções médias de 29 dias para cultivares de ciclo longo e 22 dias para cultivares de ciclo precoce, com atraso de 120 dias na semeadura.

Analisando-se a soma térmica acumulada até a floração masculina (Tabela 6), constata-se que na semeadura realizada no dia 08/08, os híbridos RB9006 PRO3,

K9606 VIP3, K9500 PRO2, K9105 VIP3, B2418 VYHR, B2401 PWU, P3754 PWU, P3016 VYHR, P3565 PWU, AS1666 PRO3, AS1730 PRO3 e AS1677 PRO3 foram os que apresentaram a menor soma térmica acumulada até a floração masculina, diferindo significativamente dos demais. Já na semeadura realizada na data de 30/08, os híbridos RB9006 PRO3, K9606 VIP3, K9500 PRO2, K9105 VIP3, B2418 VYHR, AS1666 PRO3 e AS1677 PRO3 apresentaram menor soma térmica nesse período, diferindo significativamente dos demais. Na semeadura de 29/09, os híbridos RB9006 PRO3 e AS1666 PRO3 foram os que apresentaram menor exigência térmica para atingir o pendoamento, diferindo significativamente dos demais. Já na semeadura realizada em 26/10 foram os híbridos RB9006 PRO3, K9606 VIP3, K9500 PRO2, K9105 VIP3, B2418 VYHR, AS1666 PRO3 e AS1677 PRO3 que apresentaram a menor soma térmica acumulada até o pendoamento, diferindo significativamente dos demais. Para a semeadura realizada em 30/11, os híbridos RB9006 PRO3, B2401 PWU e AS1677 PRO3 foram os que tiveram a menor soma térmica até o pendoamento, diferindo significativamente dos demais. Já na semeadura realizada em 31/12, os híbridos RB9006 PRO3, K9606 VIP3, K9500 PRO2, K9105 VIP3, B2418 VYHR, B2401 PWU, BM3066 PRO2, P3016 VYHR, P3565 PWU, AS1666 PRO3 e AS1730 PRO3 apresentaram menor soma térmica no referido período, diferindo significativamente dos demais.

Tabela 6 - Soma térmica acumulada em graus-dia da semeadura até a floração masculina de 15 híbridos de milho em seis datas de semeadura no ano de 2019.

Híbrido	Data de semeadura					
	08/08	30/08	29/09	26/10	30/11	31/12
RB9006 PRO3	725,8 Aa*	729,9 Aa	761,2 Aa	819,2 Ab	830,3 Ab	885,5 Ac
K9606 VIP3	777,1 Aa	751,9 Aa	822,6 Bb	830,1 Ab	907,3 Bc	883,5 Ac
K9500 PRO2	777,1 Aa	783,8 Aa	848,5 Bb	852,6 Ab	903,4 Bc	919,3 Ac
K9105 VIP3	773,1 Aa	751,9 Aa	839,9 Bb	830,6 Ab	916,6 Bc	889,1 Ac
B2418 VYHR	757,2 Aa	770,0 Aa	834,4 Bb	852,6 Ab	893,8 Bc	935,3 Ac
B2433 PWU	815,1 Ba	825,9 Ba	871,0 Bb	955,5 Bc	922,0 Bc	973,2 Bc
B2401 PWU	760,9 Aa	803,0 Bb	839,3 Bb	915,0 Bc	877,3 Ac	891,4 Ac
BM3066 PRO2	832,0 Ba	812,5 Ba	839,9 Ba	928,5 Bb	929,9 Bb	900,6 Ab
P3754 PWU	777,1 Aa	830,4 Bb	861,5 Bb	968,2 Bc	1007,3 Cc	1060,9 Cd
P3016 VYHR	771,4 Aa	808,1 Ba	848,0 Bb	915,5 Bc	958,2 Cc	942,9 Ac
P3565 PWU	791,5 Aa	821,3 Ba	856,6 Bb	955,5 Bd	989,7 Cd	913,4 Ac
30F53 VYHR	N.O.	848,9 Ba	887,6 Ba	955,5 Bb	994,4 Cb	1013,6 Bb
AS1666 PRO3	771,8 Aa	774,7 Aa	809,0 Ab	834,2 Ab	894,9 Bc	918,9 Ac
AS1730 PRO3	777,1 Aa	821,3 Bb	835,6 Bb	922,6 Bc	926,4 Bc	918,4 Ac
AS1677 PRO3	766,5 Aa	756,4 Aa	839,9 Bb	834,2 Ab	850,4 Ab	1009,5 Bc
CV (%)	3,48					

*Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente entre si, maiúscula na coluna e minúscula na linha, pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade. N.O.: Não obtido. C.V.: Coeficiente de variação da ANOVA.

Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

Para os híbridos RB9006 PRO3 e BM3066 PRO2 a soma térmica acumulada até o pendoamento foi menor quando semeados nos dias 08/08, 30/08 e 29/09, diferindo significativamente dos demais. Já os híbridos K9606 VIP3, K9500 PRO2, K9105 VIP3, B2418 VYHR, B2433 PWU, P3016 VYHR, P3565 PWU, AS1666 PRO3 e AS1677 PRO3 apresentaram menor exigência térmica até o pendoamento quando semeados no dia 08/08 e 30/08, diferindo significativamente dos demais. Os híbridos B2401 PWU, P3754 PWU e AS1730 PRO3 tiveram uma menor soma térmica no referido período na semeadura do dia 08/08, diferindo significativamente dos demais. Já o híbrido 30F53 VYHR apresentou uma menor soma térmica para atingir o pendoamento quando as semeaduras foram realizadas em 30/08 e 29/09, diferindo significativamente dos demais.

4.3.4 Soma térmica e duração do período da semeadura até o estágio R 5.5

O número de dias necessários para o estágio R 5.5 (ponto ideal de corte para silagem) variou em média de 93 a 127 dias, dependendo do híbrido e da data de semeadura.

Conforme se observa na Tabela 7, para a semeadura realizada no dia 08/08, os híbridos RB9006 PRO3, K9606 VIP3, K9105 VIP3, B2418 VYHR, B2401 PWU, P3754 PWU, P3016 VYHR, AS1730 PRO3 e AS1677 PRO3 foram os que apresentaram menor número de dias necessários entre a semeadura e o estágio de R 5.5, diferindo significativamente dos demais. Já na semeadura realizada na data de 30/08, os híbridos RB9006 PRO3, K9606 VIP3, K9105 VIP3, P3754 PWU, P3016 VYHR e AS1677 PRO3 apresentaram menor duração desse período, diferindo significativamente dos demais. Na semeadura de 29/09, os híbridos K9500 PRO2, K9105 VIP3, B2418 VYHR, B2401 PWU, P3565 PWU e 30F53 VYHR foram os que apresentaram menor duração do período compreendido entre a semeadura e o ponto ideal de corte para a silagem, diferindo significativamente dos demais. Já na semeadura realizada em 26/10, os híbridos RB9006 PRO3, K9606 VIP3, K9500 PRO2, K9105 VIP3, B2418 VYHR, B2401 PWU, BM3066 PRO2, P3016 VYHR, AS1730 PRO3 e AS1677 PRO3 apresentaram maior redução dos dias entre a semeadura e o estágio de R 5.5, diferindo significativamente dos demais. Para a semeadura realizada em 30/11, os híbridos RB9006 PRO3, K9606 VIP3, K9500 PRO2, K9105 VIP3, B2418 VYHR, B2433 PWU, P3754 PWU, P3016 VYHR, P3565 PWU e AS1730 PRO3 foram os que tiveram a menor duração do referido período, diferindo significativamente dos demais. Por fim, na semeadura realizada em 31/12, os híbridos K9006 PRO3 e K9606 VIP3 apresentaram menor número de dias necessários entre a semeadura e o ponto ideal de corte para silagem, diferindo significativamente dos demais.

Tabela 7 - Número de dias da semeadura até o estágio de R5.5 de 15 híbridos de milho em seis datas de semeadura no ano de 2019.

Híbrido	Data de semeadura					
	08/08	30/08	29/09	26/10	30/11	31/12
RB9006 PRO3	122,0 Ad*	109,3 Ac	93,3 Bb	96,7 Ab	96,7 Ab	84,3 Aa
K9606 VIP3	122,0 Ad	107,0 Ac	98,0 Bb	92,0 Ab	99,0 Ab	79,7 Aa
K9500 PRO2	129,0 Bd	114,0 Bc	84,0 Aa	96,7 Ab	99,0 Ab	96,0 Cb
K9105 VIP3	124,3 Ae	107,0 Ad	81,7 Aa	96,7 Ac	99,0 Ac	89,0 Bb
B2418 VYHR	126,7 Ac	114,0 Bb	88,7 Aa	92,0 Aa	92,0 Aa	91,3 Ba
B2433 PWU	131,3 Bc	121,0 Bb	100,3 Ba	103,7 Ba	96,7 Aa	100,7 Ca
B2401 PWU	126,7 Ad	116,3 Bc	84,0 Aa	99,0 Ab	103,7 Bb	98,3 Cb
BM3066 PRO2	140,7 Cd	118,7 Bc	100,3 Ba	99,0 Aa	108,3 Bb	105,3 Cb
P3754 PWU	124,3 Ab	104,7 Aa	100,3 Ba	106,0 Ba	99,0 Aa	103,0 Ca
P3016 VYHR	122,0 Ac	107,0 Ab	100,3 Ba	96,7 Aa	96,7 Aa	100,7 Ca
P3565 PWU	131,3 Bd	121,0 Bc	84,0 Aa	101,3 Bb	99,0 Ab	100,7 Cb
30F53 VYHR	N.O.	114,0 Bc	79,3 Aa	103,7 Bb	103,7 Bb	105,3 Cb
AS1666 PRO3	131,3 Bd	116,3 Bc	98,0 Bb	101,3 Bb	101,3 Bb	91,3 Ba
AS1730 PRO3	126,7 Ad	116,3 Bc	95,7 Bb	99,0 Ab	99,0 Ab	89,0 Ba
AS1677 PRO3	119,7 Ab	107,0 Aa	100,3 Ba	99,0 Aa	103,7 Ba	98,3 Ca
CV (%)	4,25					

*Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente entre si, maiúscula na coluna e minúscula na linha, pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade. N.O.: Não obtido. C.V.: Coeficiente de variação da ANOVA.

Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

Para os híbridos RB9006 PRO3, K9606 VIP3, AS1666 PRO3 e AS1730 PRO3 o período compreendido entre a semeadura e o ponto ideal de corte para a silagem foi menor quando semeados no dia 31/12, diferindo significativamente dos demais. Já os híbridos K9500 PRO2, K9105 VIP3, B2401 PWU, P3565 PWU e 30F53 VYHR apresentaram menor duração do período entre a semeadura até o estágio R 5.5 quando semeados no dia 29/09, diferindo significativamente dos demais. Os híbridos B2418 VYHR, B2433 PWU e P3016 VYHR tiveram uma menor duração do referido período nas semeaduras dos dias 29/09, 26/10, 30/11 e 31/12, diferindo significativamente dos demais. Já o híbrido BM3066 PRO2 apresentou uma maior redução de dias da semeadura até o ponto ideal para silagem quando as semeaduras foram realizadas em 29/09 e 26/10, diferindo significativamente dos demais. E, para os híbridos P3754 PWU e AS1677 PRO3, as semeaduras realizadas nos dias 30/08, 29/09, 26/10, 30/12 foram nas quais apresentaram menor duração do referido período, diferindo significativamente dos demais.

Verificou-se que a duração do período entre a semeadura até o ponto de corte para silagem teve uma redução de em média 30 dias até a terceira data de semeadura, sendo que, a partir de então, não houve uma diferença significativa entre as datas de semeadura.

Segundo Stone, Sorensen e Jamieson (1999) e Lozada e Angelocci (1999), a duração do subperíodo semeadura-espigamento tem relação linear com a temperatura do solo e do ar, sendo observado pelos autores, que com o aumento de 1 ° C tem-se uma redução em média quatro a cinco dias da duração da semeadura até o espigamento. Os dados obtidos estão de acordo com os encontrados por Stone, Sorensen e Jamieson (1999), segundo o qual, para cada 1 °C de elevação na temperatura do ar há uma redução de cinco a seis dias na duração do período compreendido entre emergência e espigamento.

A respeito da soma térmica acumulada até o estágio R 5.5, conforme se observa na Tabela 8, na semeadura realizada no dia 08/08, os híbridos RB9006 PRO3, K9606 VIP3, K9105 VIP3, B2418 VYHR, B2401 PWU, P3754 PWU, P3016 VYHR, AS1730 PRO3 e AS1677 PRO3 foram os que apresentaram a menor soma térmica acumulada até o ponto ideal de corte para silagem, diferindo significativamente dos demais. Já na semeadura realizada na data de 30/08, os híbridos RB9006 PRO3, K9606 VIP3, K9105 VIP3, P3754 PWU, P3016 VYHR e AS1677 PRO3 apresentaram menor soma térmica nesse período, diferindo significativamente dos demais. Na semeadura de 29/09, os híbridos K9500 PRO2, K9105 VIP3, B2418 VYHR, B2401 PWU, P3565 PWU e 30F53 VYHR foram os que apresentaram menor exigência térmica para atingir o ponto ideal de corte para a silagem, diferindo significativamente dos demais. Já na semeadura realizada em 26/10 foram os híbridos RB9006 PRO3, K9606 VIP3, K9500 PRO2, K9105 VIP3, B2418 VYHR, B2401 PWU, BM3066 PRO2, P3016 VYHR, AS1730 PRO3 e AS1677 PRO3 que apresentaram a menor soma térmica acumulada até o ponto ideal para silagem, diferindo significativamente dos demais. Para a semeadura realizada em 30/11, os híbridos RB9006 PRO3, K9606 VIP3, K9500 PRO2, K9105 VIP3, B2418 VYHR, B2433 PWU, P3754 PWU, P3016 VYHR, P3565 PWU e AS1730 PRO3 foram os que tiveram a menor soma térmica no referido período em análise, diferindo significativamente dos demais. Já na semeadura realizada em 31/12, os híbridos RB906 e K9606 VIP3 apresentaram menor soma térmica acumulada até o ponto ideal de corte para a silagem, diferindo significativamente dos demais.

Tabela 8 - Soma térmica acumulada em graus-dia da semeadura até o ponto de corte para a silagem de 15 híbridos de milho em seis datas de semeadura no ano de 2019.

Híbrido	Data de semeadura					
	08/08	30/08	29/09	26/10	30/11	31/12
RB9006 PRO3	1311,5 Aa*	1313,8 Aa	1291,4 Ba	1469,3 Ab	1481,7 Ab	1319,1 Aa
K9606 VIP3	1303,2 Aa	1280,6 Aa	1374,0 Bb	1398,1 Ab	1515,9 Ab	1248,1 Aa
K9500 PRO2	1413,5 Bb	1380,0 Bb	1139,2 Aa	1469,3 Ab	1515,9 Ab	1484,9 Cb
K9105 VIP3	1350,1 Ac	1275,2 Ab	1100, Aa	1469,3 Ad	1515,9 Ad	1386,5 Bc
B2418 VYHR	1380,3 Ab	1380,0 Bb	1211,4 Aa	1397,5 Ab	1413,3 Ab	1422,9 Bb
B2433 PWU	1452,0 Ba	1497,5 Ba	1414,8 Ba	1588,5 Ba	1481,6 Aa	1521,1 Ca
B2401 PWU	1380,3 Ab	1419,2 Bb	1133,1 Aa	1505,8 Ac	1606,90 Bc	1490,1 Cc
BM3066 PRO2	1596,6 Cb	1458,3 Ba	1414,8 Ba	1505,1 Aa	1687,1 Bb	1557,0 Cb
P3754 PWU	1341,8 Ab	1242,1 Aa	1414,8 Bb	1630,1 Bc	1515,9 Ac	1539,2 Cc
P3016 VYHR	1303,2 Aa	1275,20 Aa	1414,8 Bb	1475,1 Ab	1481,7 Ab	1521,1 Cb
P3565 PWU	1452,0 Bb	1499,1 Bb	1139,2Aa	1546,8 Bb	1515,9 Ab	1521,1 Cb
30F53 VYHR	N.O.	1380,0 Bb	1066,9 Aa	1588,5 Bc	1606,9 Bc	1557,0 Cc
AS1666 PRO3	1452,0 Ba	1419,2 Ba	13734,0 Ba	1546,8 Bb	1561,4 Bb	1422,9 Ba
AS1730 PRO3	1383,2 Aa	1419,2 Ba	1332,1 Ba	1510,9 Ab	1515,9 Ab	1386,5 Ba
AS1677 PRO3	1273,0 Aa	1280,6 Aa	1414,8 Bb	1505,2 Ac	1606,9 Bc	1503,0 Cb
CV (%)	4,82					

*Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente entre si, maiúscula na coluna e minúscula na linha, pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade. N.O.: Não obtido. C.V.: Coeficiente de variação da ANOVA.

Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

O híbrido B2433 PWU não apresentou diferença significativa entre as datas de semeadura. Para os híbridos RB9006 PRO3, AS1666 PRO3 e AS1730 PRO3 a soma térmica acumulada até o ponto ideal para o corte de silagem foi menor quando semeados nos dias 08/08, 30/08, 29/09 e 31/12, diferindo significativamente dos demais. Já os híbridos K9500 PRO2, K9105 VIP3, B2418 VYHR, B2401 PWU, P3565 PWU e 30F53 VYHR apresentaram menor exigência térmica até o corte ideal para silagem quando semeados nos dias 08/08, 30/08 e 31/12, diferindo significativamente dos demais. O híbrido BM3066 PRO2 teve uma menor soma térmica no referido período quando a semeadura foi realizada em 30/08, 29/09 e 26/10, diferindo significativamente dos demais. Já o híbrido P3754 PWU apresentou uma menor soma térmica para atingir o ponto ideal para corte de silagem quando a semeadura foi realizada em 30/08, diferindo significativamente dos demais. Para os híbridos P3016 VYHR e AS1677 PRO3 as semeaduras realizadas em 08/08 e 30/08 foram nas quais apresentaram menor soma térmica até o ponto para corte de silagem, diferindo significativamente das demais.

4.3.5 Soma térmica e duração do período da semeadura até a maturação fisiológica

O número de dias entre a semeadura e a maturação variou em média de 109 a 144 dias, dependendo do híbrido e da data de semeadura.

Quanto ao número de dias da semeadura até a maturação, conforme Tabela 9, para a semeadura realizada no dia 08/08, os híbridos RB9006 PRO3, K9606 VIP3, K9500 PRO2, K9105 VIP3, B2418 VYHR, B2433 PWU, B2401 PWU, P3754 PWU, P3565 PWU, AS1666 PRO3 e AS1730 PRO3 foram os que apresentaram menor número de dias necessários entre a semeadura e a maturação, diferindo significativamente dos demais. Já na semeadura realizada na data de 30/08, os híbridos RB9006 PRO3, K9500 PRO2, K9105 VIP3, B2418 VYHR, B2401 PWU, P3754 PWU e AS1666 PRO3 apresentaram menor duração desse período, diferindo significativamente dos demais. Na semeadura de 29/09, os híbridos RB9006 PRO3, K9606 VIP3, K9500 PRO2, K9105 VIP3, B2418 VYHR, B2433 PWU, B2401 PWU, P3754 PWU, P3016 VYHR, P3565 PWU e AS1730 PRO3, foram os que apresentaram menor duração do período compreendido entre a semeadura e a maturação, diferindo significativamente dos demais. Já na semeadura realizada em 26/10, os híbridos RB9006 PRO3, K9606 VIP3, K9105 VIP3, B2433 PWU, P3016 VYHR, 30F53 VYHR, AS1666 PRO3 e AS1677 PRO3 apresentaram maior redução do número de dias entre a semeadura e a maturação, diferindo significativamente dos demais. Para a semeadura realizada em 30/11, os híbridos RB9006 PRO3 e AS1730 PRO3 foram os que tiveram a menor duração do período entre a semeadura e a maturação, diferindo significativamente dos demais. Enquanto isso, na semeadura realizada em 31/12, os híbridos K9606 VIP3, K9105 VIP3 e B2418 VYHR apresentaram menor duração do referido período, diferindo significativamente dos demais.

Tabela 9 - Número de dias da semeadura até a maturação de 15 híbridos de milho em seis datas de semeadura no ano de 2019.

Híbrido	Data de semeadura					
	08/08	30/08	29/09	26/10	30/11	31/12
RB9006 PRO3	140,7 Ac*	132,7 Ab	116,7 Aa	113,0 Aa	114,0 Aa	103,3 Ca
K9606 VIP3	145,3 Ae	137,3 Bd	119,0 Ac	113,3 Ab	123,3 Bc	96,0 Aa
K9500 PRO2	138,3 Ab	132,7 Ab	123,7 Aa	120,0 Ba	130,0 Cb	117,7 Da
K9105 VIP3	143,0 Ad	130,3 Ac	113,7 Ab	113,0 Ab	123,3 Cc	96,0 Aa
B2418 VYHR	133,7 Ac	128,0 Ac	123,7 Ab	120,7 Bb	114,3 Bb	96,0 Aa
B2433 PWU	145,3 Ad	135,0 Bc	116,7 Ab	113,0 Aa	123,0 Cb	111,3 Ca
B2401 PWU	140,7 Ac	128,0 Ab	123,7 Aa	120,3 Ba	130,0 Cb	117,0 Da
BM3066 PRO2	154,7 Bc	135,0 Bb	130,7 Bb	120,0 Ba	130,7 Cb	117,7 Da
P3754 PWU	145,3 Ad	132,7 Ac	121,3 Ab	120,7 Bb	130,3 Cc	110,0 Ca
P3016 VYHR	154,7 Bd	142,0 Bc	123,7 Ab	113,0 Aa	123,3 Cb	117,0 Da
P3565 PWU	140,7 Ad	135,0 Bc	123,7 Ab	120,7 Bb	130,0 Cc	110,3 Da
30F53 VYHR	N.O.	139,7 Bc	130,7 Bb	113,7 Aa	130,7 Cb	117,3 Da
AS1666 PRO3	138,3 Ab	132,7 Ab	128,3 Bb	113,0 Aa	130,0 Cb	103,0 Ba
AS1730 PRO3	140,7 Ac	135,0 Bc	121,3 Ab	120,3 Bb	114,3 Aa	110,7 Ca
AS1677 PRO3	150,0 Bd	137,3 Bc	128,3 Bb	113,0 Aa	114,0 Ba	110,0 Ca
CV (%)	3,82					

*Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente entre si, maiúscula na coluna e minúscula na linha, pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade. N.O.: Não obtido. C.V.: Coeficiente de variação da ANOVA.

Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

Ao se analisar os híbridos isoladamente em relação à sua data de semeadura percebe-se que, para o híbrido RB9006 PRO3, o período compreendido entre a semeadura e a maturação foi menor quando semeado nos dias 29/09, 26/10, 30/11 e 31/12, diferindo significativamente dos demais. Já os híbridos K9606 VIP3, K9105 VIP3, B2418 VYHR, P3754 PWU e P3565 PWU apresentaram menor duração do período entre a semeadura até a maturação quando semeados no dia 31/12, diferindo significativamente dos demais. Os híbridos K9500 PRO2 e B2401 PWU tiveram uma menor duração do referido período nas semeaduras dos dias 29/11, 26/10 e 31/12. Já os híbridos B2433 PWU, BM3066 PRO2, P3016 VYHR, 30F53 VYHR e AS1666 PRO3 apresentaram uma maior redução de dias da semeadura até o pendoamento quando as semeaduras foram realizadas em 26/10 e 31/12, diferindo significativamente dos demais. Para o híbrido AS1730 PRO3, as semeaduras realizadas no dia 30/11 e 31/12 foram nas quais apresentou menor duração entre a semeadura e a maturação, diferindo significativamente das demais. Já o híbrido AS1677 PRO3 teve menor

duração entre o período da sementeira e a maturação quando a sementeira se deu nos dias 26/10, 30/11 e 31/12, diferindo significativamente dos demais.

Referente a duração do período da emergência até a floração masculina e emergência até a maturação fisiológica, a Tabela 10 apresenta um comparativo entre os dados observados no experimento com as informações dos obtentores.

Tabela 10 - Duração do período da emergência até a floração masculina (E-FM em dias) e emergência até a maturação fisiológica (E-MF em dias) dos híbridos utilizados no experimento, conforme informações dos obtentores e dados médios observados no experimento.

Híbrido	E-FM		E-MF	
	Obtentor	Experimento	Obtentor	Experimento
RB9006 PRO3	65	62	109	120
K9606 VIP3	58	65	120	122
K9500 PRO2	55	66	120	127
K9105 VIP3	58	65	120	120
B2418 VYHR	59	66	125	119
B2433 PWU	59	69	109	124
B2401 PWU	59	66	104	127
BM3066 PRO2	76	68	127	131
P3754 PWU	59	71	109	127
P3016 VYHR	55	68	104	129
P3565 PWU	55	69	105	127
30F53 VYHR	61	71	109	130
AS1666 PRO3	69	67	109	124
AS1730 PRO3	63	68	108	124
AS1677 PRO3	66	66	106	125

Fonte: Adaptado pelo autor (2021).

Através da análise comparativa, constatou-se que, no geral, houve um aumento na duração do ciclo em comparação dos dados fornecidos pelos detentores. Esse aumento foi de, em média, 6 dias para o florescimento masculino e de 13 dias para a maturação fisiológica.

Assim, observou-se que a que medida se atrasa a sementeira em 1 dia, tem-se a redução de meio dia na duração do ciclo entre a sementeira e a maturação fisiológica. Wagner et al. (2011), ao avaliarem a duração entre os estádios fenológicos, encontraram valores semelhantes a estes.

Essa diferença, especialmente na semeadura de dezembro, deve-se às altas temperaturas que comumente são registradas durante esse período, aumentando a soma térmica diária, e, conseqüentemente, reduzindo o ciclo da cultura nessa época. A esse respeito, concluiu Forsthofer et al. (2004) que a duração dos subperíodos de desenvolvimento do milho diminuem à medida que a semeadura é atrasada de agosto para janeiro, independente do ciclo do híbrido, devendo-se principalmente ao incremento da temperatura do solo e do ar à medida a semeadura é atrasada.

A radiação solar também é um fator importante para a maturação dos grãos. Fancelli (2015a), alerta que a redução de 30% a 40% da intensidade luminosa ocasiona, na cultura do milho, atraso na maturação dos grãos. Observou-se que com um aumento de 14% da radiação solar, teve-se uma redução de 20% na duração do período entre a semeadura e a maturação.

Relativamente à soma térmica acumulada até a maturação fisiológica, conforme se verifica através da análise da Tabela 11, na semeadura realizada no dia 08/08, os híbridos RB9006 PRO3, K9500 PRO2, B2418 VYHR, B2401 PWU, P3565 PWU, AS1666 PRO3 e AS1730 PRO3 foram os que apresentaram a menor soma térmica acumulada até a maturação, diferindo significativamente dos demais. Já na semeadura realizada na data de 30/08, os híbridos RB9006 PRO3, K9500 PRO2, K9105 VIP3, B2418 VYHR, B2401 PWU, P3754 PWU e AS1666 PRO3 apresentaram menor soma térmica nesse período, diferindo significativamente dos demais. Na semeadura de 29/09, os híbridos RB9006 PRO3, K9606 VIP3, K9500 PRO2, K9105 VIP3, B2418 VYHR, B2433 PWU, B2401 PWU, P3754 PWU, P3016 VYHR, P3565 PWU e AS1730 PRO3, foram os que apresentaram menor exigência térmica para atingir a maturação, diferindo significativamente dos demais. Já na semeadura realizada em 26/10 não houve diferença significativa entre os híbridos. Para a semeadura realizada em 30/11, os híbridos RB9006 PRO3, B2418 VYHR, AS1730 PRO3 e AS1677 PRO3 foram os que tiveram a menor soma térmica até a maturação, diferindo significativamente dos demais. Já na semeadura realizada em 31/12, os híbridos K9606 VIP3, K9105 VIP3, B2418 VYHR, AS1666 PRO3 E AS1730 PRO3 apresentaram menor soma térmica no referido período, diferindo significativamente dos demais.

Tabela 11 - Soma térmica acumulada em graus-dia da semeadura até a maturação de 15 híbridos de milho em seis datas de semeadura no ano de 2019.

Híbrido	Data de semeadura					
	08/08	30/08	29/09	26/10	30/11	31/12
RB9006 PRO3	1596,8 Aa*	1703,5 Ab	1676,1 Ab	1735,6 Ab	1703,5 Ab	1592,7 Ba
K9606 VIP3	1676,5 Bb	1774,8 Bb	1711,4 Ab	1700,4 Ab	1876,7 Bc	1484,9 Aa
K9500 PRO2	1557,4 Aa	1697,3 Ab	1783,2 Ab	1795,1 Ab	2004,0 Bc	1680,2 Bb
K9105 VIP3	1635,7 Bb	1661,7 Ab	1676,1 Ab	1765,3 Ab	1987,4 Bc	1503,0 Aa
B2418 VYHR	1485,2 Aa	1619,8 Ab	1783,2 Ac	1825,0 Ac	1807,8 Ac	1472,0 Aa
B2433 PWU	1676,5 Ba	1739,1 Ba	1676,1 Aa	1730,2 Aa	1901,5 Bb	1598,1 Ba
B2401 PWU	1596,6 Aa	1619,8 Aa	1783,7 Ab	1824,9 Ab	1987,4 Bc	1652,1 Ba
BM3066 PRO2	1841,8 Cb	1739,1 Ba	1902,3 Bb	1795,1 Aa	1979,2 Bb	1680,2 Ba
P3754 PWU	1678,1 Ba	1697,3 Aa	1747,3 Aa	1825,0 Ab	1987,4 Bc	1604,6 Ba
P3016 VYHR	1841,7 Cb	1852,3 Bb	1783,2 Aa	1730,2 Aa	1962,6 Bc	1709,9 Ba
P3565 PWU	1596,6 Aa	1739,1 Bb	1783,7 Ab	1854,7 Ac	1979,2 Bd	1652,1 Ba
30F53 VYHR	N.O.	1816,6 Bb	1902,3 Bc	1735,6 Ab	1979,2 Bc	1652,1 Ba
AS1666 PRO3	1557,4 Aa	1703,5 Ab	1860,7 Bc	1700,4 Ab	1987,4 Bd	1557,0 Aa
AS1730 PRO3	1596,6 Aa	1739,1 Bb	1747,3 Ab	1795,1 Ab	1737,5 Ab	1574,9 Aa
AS1677 PRO3	1759,1 Cb	1781,0 Bb	1860,7 Bb	1765,3 Ab	1807,8 Ab	1622,4 Ba
CV (%)	3,97					

*Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente entre si, maiúscula na coluna e minúscula na linha, pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade. N.O.: Não obtido. C.V.: Coeficiente de variação da ANOVA.

Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

Para os híbridos RB9006 PRO3, B2418 VYHR, P3565 PWU, AS1666 PRO3 e AS1730 PRO3 a soma térmica acumulada até a maturação foi menor quando semeados nos dias 08/08 e 31/12, diferindo significativamente dos demais. Já os híbridos K9606 VIP3, K9105 VIP3, 30F53 VYHR e AS1677 PRO3 apresentaram menor exigência térmica até a maturação quando semeados no dia 31/12, diferindo significativamente dos demais. O híbrido K9500 PRO2 teve uma menor soma térmica no referido período na semeadura do dia 08/08, diferindo significativamente dos demais. Já o híbrido B2433 PWU apresentou uma maior soma térmica para atingir o estágio de maturação quando as semeaduras foram realizadas em 08/08, 30/08, 29/09, 26/10 e 31/12, diferindo significativamente dos demais. Para o híbrido B2401 PWU, as semeaduras realizadas no dia 08/08, 30/08 e 31/12 foram nas quais apresentou menor soma térmica até a maturação, diferindo significativamente das demais. Já o híbrido BM3066 PRO2 teve menor soma térmica no mencionado período quando a semeadura se deu nos dias 30/08, 26/10 e 31/12, diferindo significativamente dos demais. O híbrido P3754 PWU atingiu menor soma térmica até

a maturação quando semeado nas datas de 08/08, 30/08, 29/09 e 31/12. Já o híbrido P3016 VYHR necessitou menor exigência térmica até atingir a maturação quando as semeaduras se deram em 29/09, 26/10 e 31/12.

4.3.6 Altura

Em relação à altura, como se observa na Tabela 12, para a semeadura realizada no dia 08/08, os híbridos K9606 VIP3, K9500 PRO2, K9105 VIP3, B2418 VYHR, B2433 PWU, BM3066 PRO2, P3016 VYHR, P3565 PWU e AS1730 PRO3 foram os que apresentaram maior altura, diferindo significativamente dos demais. Já na semeadura realizada na data de 30/08, foram os híbridos K9500 PRO2, K9105 VIP3, B2418 VYHR, B2433 PWU, BM3066 PRO2, P3754 PWU, P3016 VYHR, P3565 PWU e 30F53 VYHR que apresentaram maior altura, diferindo significativamente dos demais. Na semeadura de 29/09, os híbridos K9500 PRO2, K9105 VIP3, B2418 VYHR, BM3066 PRO2, P3565 PWU e 30F53 VYHR foram os que apresentaram maior altura, diferindo significativamente dos demais. Já na semeadura realizada em 26/10, os híbridos K9500 PRO2, K9105 VIP3, P3016 VYHR e AS1666 PRO3 alcançaram maior altura, diferindo significativamente dos demais. Na semeadura realizada em 30/11 os híbridos P3016 VYHR, P3565 PWU e 30F53 VYHR foram os que alcançaram maior altura, não diferindo significativamente dos demais. Já na semeadura realizada em 31/12, o híbrido P3016 VYHR apresentou maior altura, diferindo significativamente dos demais.

Tabela 12 - Altura média em metros de 15 híbridos de milho em seis datas de semeadura no ano de 2019 após a maturação fisiológica.

Híbrido	Data de semeadura					
	08/08	30/08	29/09	26/10	30/11	31/12
RB9006 PRO3	2,02 Bb*	2,23 Ba	2,39 Ba	2,40 Ba	2,34 Ca	2,11 Cb
K9606 VIP3	2,21 Ab	2,30 Bb	2,51 Ba	2,39 Ba	2,35 Ca	2,19 Cb
K9500 PRO2	2,28 Ab	2,44 Ab	2,65 Aa	2,58 Aa	2,65 Ba	2,34 Cb
K9105 VIP3	2,32 Ab	2,40 Ab	2,63 Aa	2,47 Ab	2,41 Cb	2,28 Cb
B2418 VYHR	2,31 Ab	2,46 Ab	2,69 Aa	2,38 Bb	2,62 Ba	2,42 Bb
B2433 PWU	2,23 Ab	2,47 Aa	2,53 Ba	2,31 Bb	2,53 Ba	2,25 Cb
B2401 PWU	2,12 Bc	2,37 Bb	2,45 Bb	2,24 Bc	2,60 Ba	2,30 Cc
BM3066 PRO2	2,36 Ab	2,51 Aa	2,61 Aa	2,41 Bb	2,55 Ba	2,34 Cb
P3754 PWU	2,16 Bc	2,42 Ab	2,52 Ba	2,24 Bc	2,62 Ba	2,38 Cb
P3016 VYHR	2,33 Ab	2,60 Aa	2,70 Aa	2,61 Aa	2,74 Aa	2,62 Aa
P3565 PWU	2,31 Ab	2,52 Ab	2,73 Aa	2,43 Bb	2,74 Aa	2,35 Cb
30F53 VYHR	N.O.	2,44 Ab	2,83 Aa	2,31 Bb	2,76 Aa	2,44 Bb
AS1666 PRO3	2,12 Bb	2,38 Ba	2,48 Ba	2,49 Aa	2,32 Cb	2,27 Cb
AS1730 PRO3	2,21 Ab	2,37 Bb	2,55 Ba	2,33 Bb	2,31 Cb	2,29 Cb
AS1677 PRO3	2,10 Bb	2,28 Bb	2,51 Ba	2,41 Ba	2,28 Cb	2,28 Cb
CV (%)	4,47					

*Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente entre si, maiúscula na coluna e minúscula na linha, pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade. N.O.: Não obtido. C.V.: Coeficiente de variação da ANOVA.

Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

Para o híbrido RB9006 PRO3, a maior altura foi atingida quando a semeadura foi realizada nos dias 30/08, 29/09, 29/10 e 30/11, diferindo significativamente dos demais. Já os híbridos K9606 VIP3 e K9500 PRO2, BM3066 PRO2 apresentaram maior altura quando semeados nos dias 29/09, 26/10 e 30/11, diferindo significativamente dos demais. Os híbridos K9105 VIP3 e AS1730 PRO3 atingiram maior altura na semeadura do dia 29/09, diferindo significativamente dos demais. Já os híbridos B2418 VYHR, P3754 PWU, P3565 PWU e 30F53 VYHR apresentaram maior altura quando as semeaduras foram realizadas em 29/09 e 30/11, diferindo significativamente dos demais. Para os híbridos B2433 PWU e BM3066 PRO2, com as semeaduras sendo realizadas nos dias 30/08, 29/09 e 30/11 foi quando apresentaram maior altura, diferindo significativamente dos demais. Já o híbrido B2401 PWU atingiu maior altura quando a semeadura foi realizada em 30/11. Para o híbrido P3016 VYHR, a maior altura foi atingida quando a semeadura foi realizada em 30/08, 29/09, 26/10, 30/11 e 31/12. Já o híbrido AS1666 PRO3 atingiu maior altura

quando semeado nas datas de 30/08, 29/09 e 26/10. E, o híbrido AS1677 PRO3 atingiu maior altura quando a semeadura foi realizada em 29/09 e 26/10.

Observou-se que as maiores médias de alturas foram obtidas na semeadura realizada em setembro seguida da semeadura realizada em novembro, quando a temperatura do ar e a radiação solar foram adequadas, além do fato de os híbridos não terem passado por períodos de deficiência hídrica. Por outro lado, nas semeaduras realizadas anteriormente, os híbridos atingiram alturas menores, provocado pela menor incidência solar aliada a baixas temperaturas ocorridas nesse período. Em trabalho realizado por Forsthofer (2004), na semeadura realizada em agosto, na média de dois anos agrícolas, a altura da planta foi inferior quando comparada com as datas de semeadura de outubro e dezembro. Conforme explicação de Noldin (1985), esse comportamento se deve em decorrência da menor taxa de crescimento proporcionada pela menor temperatura do ar nessa época.

Já os híbridos semeados em outubro e dezembro também tiveram resultados inferiores. Tal fato está aliado à ocorrência de pequenos períodos de estiagem nessas épocas, o que também foi evidenciado por Oliveira (1990) que detectou que os déficits hídricos associados a temperaturas elevadas, podem ter sido responsáveis por uma menor alongação celular e redução da massa vegetativa, provocando uma diminuição na taxa assimilatória líquida, com uma redução no acúmulo da matéria seca à medida que se retardou a semeadura.

4.4 DESEMPENHO AGRONÔMICO

4.4.1 Massa seca da parte aérea

No que se refere à massa seca da parte aérea (Tabela 13), para a semeadura realizada no dia 08/08, os híbridos K9500 PRO2, BM3066 PRO2, P3016 VYHR e P3565 PWU foram os que apresentaram maior massa seca da parte aérea, diferindo significativamente dos demais. Já na semeadura realizada na data de 30/08, foram os híbridos K9500 PRO2, AS1666 PRO3 e AS1730 PRO3 que apresentaram maior produção de matéria seca, diferindo significativamente dos demais. Na semeadura de 29/09, os híbridos RB9606, K9606 VIP3, K9500 PRO2, B2418 VYHR, B2433 PWU e B2401 PWU foram os que apresentaram maior produção de massa seca, diferindo significativamente dos demais. Já na semeadura realizada em 26/10, os híbridos

30F53 VYHR e AS1730 PRO3 tiveram maior produção de massa seca, diferindo significativamente dos demais. Para a semeadura realizada em 30/11 não houve diferença significativa entre os híbridos. Já na semeadura realizada em 31/12, os híbridos B2433 PWU, B2401 PWU, BM3066 PRO2, P3754 PWU, P3016 VYHR, 30F53 VYHR, AS1666 PRO3 e AS1730 PRO3 apresentaram maior produção de matéria seca, diferindo significativamente dos demais.

Tabela 13 - Massa seca da parte aérea em ton ha⁻¹ de 15 híbridos de milho em seis datas de semeadura no ano de 2019.

Híbrido	Data de semeadura					
	08/08	30/08	29/09	26/10	30/11	31/12
RB9006 PRO3	11,0 Ba*	12,2 Ba	10,0 Aa	7,2 Bb	7,5 Ab	8,2 Bb
K9606 VIP3	13,4 Ba	12,0 Bb	10,6 Ab	7,2 Bd	9,3 Ac	7,6 Bd
K9500 PRO2	15,8 Aa	15,4 Aa	10,5 Ab	8,4 Bc	10,0 Ab	8,6 Bc
K9105 VIP3	13,7 Ba	13,2 Ba	9,0 Bb	8,4 Bb	9,3 Ab	9,0 Bb
B2418 VYHR	13,5 Ba	13,0 Ba	11,7 Aa	6,2 Bc	9,3 Ab	9,1 Bb
B2433 PWU	14,0 Ba	13,0 Ba	10,2 Ab	8,1 Bb	9,1 Ab	10,2 Ab
B2401 PWU	13,1 Ba	12,1 Ba	10,9 Ab	8,0 Bc	9,3 Ac	10,5 Ab
BM3066 PRO2	16,0 Aa	12,4 Bb	9,9 Bc	8,2 Bc	8,7 Ac	9,9 Ac
P3754 PWU	12,8 Ba	12,1 Ba	9,4 Bb	8,5 Bb	8,9 Ab	10,4 Ab
P3016 VYHR	14,9 Aa	12,4 Bb	9,2 Bd	7,7 Bd	9,2 Ad	10,7 Ac
P3565 PWU	14,7 Aa	12,1 Bb	8,4 Bc	8,0 Bc	9,3 Ac	9,3 Bc
30F53 VYHR	N.O.	13,1 Ba	9,0 Bb	10,0 Ab	9,3 Ab	10,4 Ab
AS1666 PRO3	13,3 Ba	13,8 Aa	9,4 Bb	7,2 Bc	9,0 Ab	11,0 Ab
AS1730 PRO3	13,8 Ba	14,1 Aa	9,3 Bb	11,1 Ab	9,7 Ab	12,3 Aa
AS1677 PRO3	12,3 Ba	13,0 Ba	9,3 Bb	8,7 Bb	10,0 Ab	9,0 Bb
CV (%)	10,63					

*Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente entre si, maiúscula na coluna e minúscula na linha, pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade. N.O.: Não obtido. C.V.: Coeficiente de variação da ANOVA.

Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

Para os híbridos RB9006 PRO3 e B2418 VYHR a maior produção de matéria seca foi obtida quando a semeadura foi realizada nos dias 08/08, 30/08 e 29/09, diferindo significativamente dos demais. Já os híbridos K9606 VIP3, BM3066 PRO2, P3016 VYHR e P3565 PWU apresentaram maior produção de matéria seca quando semeados no dia 08/08, diferindo significativamente dos demais. Os híbridos K9500 PRO2, K9105 VIP3, B2433 PWU, B2401 PWU, P3754 PWU, AS1666 PRO3 e AS1677 PRO3 tiveram uma maior produção de matéria seca nas semeaduras dos dias 08/08 e 30/08, diferindo significativamente dos demais. Já o híbrido AS1730 PRO3

apresentou uma maior produção de matéria seca quando as semeaduras foram realizadas em 08/08, 30/08 e 31/12, diferindo significativamente dos demais. E, para o híbrido 30F53 VYHR, com a semeadura sendo realizada no dia 30/08 foi quando apresentou maior produção de matéria seca, diferindo significativamente dos demais.

Pesquisas realizadas pela Embrapa Milho e Sorgo demonstraram que a época mais ideal para se cultivar o milho, no Sudeste, Centro-Oeste e Sul, vai da segunda quinzena de setembro até o final da primeira quinzena de novembro (MIRANDA; RESENDE; VALENTE, 2002). No entanto, no experimento realizado, constatou-se que os melhores resultados foram obtidos quando a semeadura foi realizada na primeira e na segunda época. A ocorrência de períodos de estresse hídrico na quarta e na quinta data de semeadura prejudicaram o acúmulo de matéria seca nessas semeaduras, havendo uma redução de até 40% na produção de matéria seca nessa época quando comparado com as épocas anteriores.

De acordo com Miranda, Resende e Valente (2002), quanto mais tarde for feita a semeadura maior será a perda de produção de grãos, e, portanto, menor será a qualidade da silagem. Segundo os autores, em média, cada dia de atraso significa perda de cerca de 30 kg/ha de grãos, sendo que, em plantios mais tardios, a planta tem a tendência de crescer mais, ficando com o colmo mais fino e, conseqüentemente, mais suscetível ao acamamento. Além disso, ocorre um aumento da proporção de colmo na massa verde, o que prejudica a qualidade da silagem.

4.2.2 Produtividade

Em relação à produtividade, percebe-se pela Tabela 14, que, nas semeaduras realizadas nos dias 08/08 e 30/08, não houve diferença significativa entre os híbridos. Já na semeadura realizada na data de 29/09 os híbridos RB9006 PRO3, B2418 VYHR, B2433 PWU, B2401 PWU, P3016 VYHR, P3565 PWU, AS1666 PRO3, AS1730 PRO3 e AS1677 PRO3 foram os que apresentaram maior produtividade, diferindo significativamente dos demais. Na semeadura realizada em 26/10, os híbridos AS1730 PRO3 e AS1677 PRO3 tiveram alcançaram maior produtividade, diferindo significativamente dos demais. Para a semeadura realizada em 30/11, os híbridos K9500 PRO2, P3016 VYHR, P3565 PWU, 30F53 VYHR, AS1666 PRO3, AS1730 PRO3 e AS1677 PRO3 foram os que apresentaram maior produtividade, diferindo significativamente dos demais. Já na semeadura realizada em 31/12, os híbridos

P3754 PWU, P3016 VYHR e AS1730 PRO3 apresentaram maior produtividade, diferindo significativamente dos demais.

Tabela 14 - Produtividade média de grãos em kg ha⁻¹ de 15 híbridos de milho em seis datas de semeadura em Cerro Largo - RS no ano de 2019.

Híbrido	Data de semeadura					
	08/08	30/08	29/09	26/10	30/11	31/12
RB9006 PRO3	13430 Aa*	13935 Aa	9807 Ab	6828 Bc	9492 Bb	9887 Cb
K9606 VIP3	14784 Aa	13294 Aa	7335 Bb	6170 Bb	9190 Bb	6614 Db
K9500 PRO2	14925 Aa	14310 Aa	6977 Bc	7452 Bc	11114 Ab	9101 Cb
K9105 VIP3	14957 Aa	13699 Aa	7216 Bb	7532 Bb	9028 Bb	7980 Db
B2418 VYHR	15475 Aa	13699 Aa	9369 Ab	6871 Bc	10286 Bb	10375 Cb
B2433 PWU	14706 Aa	13737 Aa	8459 Ac	6641 Bc	10419 Bb	11153 Bb
B2401 PWU	13273 Aa	12889 Aa	9020 Ab	6951 Bb	9616 Bb	9154 Cb
BM3066 PRO2	14054 Aa	12774 Aa	6257 Bc	6360 Bc	10071 Bb	11643 Bb
P3754 PWU	13586 Aa	11116 Aa	6050 Bc	4877 Cc	8911 Bb	13606 Aa
P3016 VYHR	15804 Aa	13781 Aa	10909 Ab	6723 Bc	12127 Ab	14599 Aa
P3565 PWU	15046 Aa	13517 Aa	9572 Ab	6634 Bc	11741 Aa	12283 Ba
30F53 VYHR	N.O.	12992 Aa	7213 Bb	7538 Bb	10739 Aa	11215 Ba
AS1666 PRO3	14977 Aa	13784 Aa	8455 Ac	2524 Cd	12004 Ab	11550 Bb
AS1730 PRO3	15925 Aa	14686 Aa	10708 Ab	10124 Ab	12817 Ab	15162 Aa
AS1677 PRO3	13363 Aa	13864 Aa	9332 Ab	9333 Ab	11211 Ab	11494 Bb
CV (%)	14,41					

*Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente entre si, maiúscula na coluna e minúscula na linha, pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade. N.O.: Não obtido. C.V.: Coeficiente de variação da ANOVA.

Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

Ao se fazer uma análise isolada, constata-se que para os híbridos RB9006 PRO3, K9606 VIP3, K9500 PRO2, K9105 VIP3, B2418 VYHR, B2433 PWU, B2401 PWU, BM3066 PRO2, AS1666 PRO3 e AS1677 PRO3 a maior produtividade foi obtida quando a semeadura foi realizada nos dias 08/08 e 30/08, diferindo significativamente dos demais. Já os híbridos P3754 PWU, P3016 VYHR e AS1730 PRO3 apresentaram maior produtividade quando semeados nos dias 08/08, 30/08 e 31/12, diferindo significativamente dos demais. O híbrido P3564 PWU teve uma maior produtividade nas semeaduras dos dias 08/08, 30/08, 30/11 e 31/12, diferindo significativamente dos demais. Já o híbrido 30F53 VYHR apresentou maior produtividade quando as semeaduras foram realizadas em 30/08, 30/11 e 31/12, diferindo significativamente dos demais.

Percebe-se, assim, que a data em que o milho foi semeado influenciou na sua produtividade. Nota-se, de modo geral, que os híbridos avaliados apresentaram maiores rendimentos nas semeaduras realizadas em 08/08 e 30/08, não havendo diferença significativa entre eles.

Segundo Mundstock (1970) e Uitdewilligen (1971), a época mais adequada para semeadura do milho é aquela quando o período de floração e início do enchimento de grãos coincidir com os períodos de temperaturas mais elevadas, dias mais longos e maior disponibilidade de radiação solar, desde que não ocorram deficiências hídricas acentuadas nesse período.

Os dados de produtividade obtidos neste trabalho corroboram a afirmação dos referidos autores. Quando semeado no começo e no fim de agosto, o milho atingiu o estágio mais crítico, ou seja, o período reprodutivo, nas duas primeiras semanas de novembro, tendo assim, as plantas coincidido com as condições hídricas, térmicas e de radiação favoráveis à formação das espigas e grãos.

Fancelli (2015a) alerta que a etapa do florescimento e formação do grão deve ser criteriosamente planejada, a fim de assegurar a sua coincidência com condições estacionais que apresentem temperaturas favoráveis (25 a 30 °C) e chuvas frequentes, mas de curta duração. No experimento realizado, o florescimento e enchimento dos grãos das semeaduras realizadas em agosto ocorreram quando a temperatura média foi de 23,4 °C e o acumulado de chuvas foi de 151 mm sendo bem distribuídos.

De acordo com Fancelli e Dourado Neto (2000), é nesse período crítico da emergência, florescimento e formação de grãos do milho que se concentra a maior exigência de água. A esse respeito, de acordo com Souza (1989), a redução da precipitação pluvial nos estádios de florescimento e enchimento de grãos, causada pelo atraso da semeadura, é o fator que mais prejudica a produtividade do milho.

Nesse sentido, no experimento conduzido, verificou-se que nas semeaduras realizadas em 29/09 e 26/10 ocorreram pequenos períodos de estiagem durante o florescimento, comprometendo a floração e o enchimento de grãos, e, conseqüentemente, a produtividade.

De acordo com Fancelli e Dourado Neto (2000) a ocorrência de deficiência hídrica de uma semana durante o florescimento masculino pode implicar numa queda de produção de cerca de 50%. Já, segundo os mesmos autores, após a polinização e sob as mesmas condições, as perdas podem chegar até 25%. Resultado semelhante

foi observado no experimento realizado, quando o atraso da semeadura provocou uma redução de até 53% da produtividade.

Essa redução da produtividade com o atraso da semeadura também foi constatada em estudos realizados por Sangoi (1993) que observou que períodos de deficiência hídricas nos estádios de pré-floração, floração e enchimento de grãos prejudicaram a formação das espigas e dos grãos nas semeaduras tardias, reduzindo o número de espigas por planta, a massa de mil grãos e, conseqüentemente, o rendimento.

Já quando as semeaduras foram realizadas em 30/11 e 31/12, os estádios de florescimento e enchimento dos grãos dos híbridos ocorreram no final de fevereiro e começo de março, período em que houve reduções consideráveis da temperatura e da radiação solar, tendo, em decorrência disso, a sua produtividade prejudicada. Nesse mesmo sentido, Sangoi (1993) verificou reduções nas semeaduras mais tardias, relacionando essas reduções aos efeitos de fatores como temperatura e radiação solar sobre o desenvolvimento das plantas. Uitdewilligem (1971) também concluiu que nas semeaduras mais tardias ocorreu a formação de menor número de espigas por planta.

De acordo Sangoi (1993), o aumento da disponibilidade térmica causou redução na duração do subperíodo emergência-pendoamento, no qual ocorre a formação das estruturas reprodutivas do milho. No experimento realizado também se observou uma redução na duração do referido período para todos os híbridos avaliados nas semeaduras tardias realizadas em novembro e dezembro. De acordo com o referido autor, essa diminuição no tempo disponível para as plantas formarem e exteriorizarem as suas estruturas reprodutivas nas semeaduras mais tardias pode ter prejudicado o número de inflorescências femininas externadas pela planta. Uitdewilligem (1971) também atribuiu a menor produtividade nas semeaduras tardias ao encurtamento do subperíodo emergência-pendoamento.

Outro aspecto a ser considerado é a redução na radiação solar ocorrida durante o florescimento e enchimento dos grãos nas semeaduras mais tardias. Segundo Fancelli (2015a), uma redução na disponibilidade de radiação luminosa nesse período gera a diminuição drástica do número e densidade dos grãos.

Dessa forma, Sangoi (1993) concluiu que a menores valores de temperatura e de radiação solar podem limitar a atividade fotossintética das folhas, bem como a

própria translocação de carboidratos da planta para os grãos, e, assim, conseqüentemente, acarretar menor peso de grãos por espiga formada.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em relação ao Índice de Velocidade de Emergência (IVE), nas sementeiras realizadas em agosto os híbridos apresentaram o menor valor. Já o maior IVE foi obtido pelos híbridos na sementeira realizada em setembro. Na sementeira de dezembro, teve-se maior variação de IVE entre os híbridos, destacando-se aqueles que apresentaram maior adaptabilidade às condições meteorológicas.

A duração dos subperíodos da sementeira à emergência, da sementeira à floração masculina, da sementeira ao ponto de corte para silagem e da sementeira à maturação, de modo geral, diminuiu com o atraso da sementeira de agosto para dezembro.

A altura dos híbridos foi maior nas sementeiras realizadas em setembro, outubro e novembro, com destaque para a primeira e a última, do que nas efetivadas em agosto e dezembro.

Verificou-se uma redução da massa seca da parte aérea com o atraso da sementeira, sendo as maiores produções obtidas nas sementeiras realizadas em agosto.

Os maiores rendimentos de grãos foram obtidos nas sementeiras realizadas em agosto, sem diferenças significativas entre os híbridos. Em contrapartida, a menor produtividade foi registrada na sementeira de outubro, tendo-se uma redução de mais de 50% da produtividade quando comparado com o mês de agosto.

A soma térmica média acumulada necessária para os períodos foi de 85 °C para a emergência, 860 °C para a floração masculina, 1423 °C para o ponto ideal para o corte de silagem e 1742 °C para a maturação fisiológica.

O comportamento dos 15 híbridos de milho, quanto às variáveis analisadas, oscilou nas diferentes datas de sementeiras frente às condições ambientais verificadas no período em que o experimento foi conduzido.

Os resultados obtidos apontam que, para as condições em que esse trabalho foi realizado, as sementeiras realizadas em agosto apresentaram os maiores rendimentos, além de possibilitar que o agricultor realize até dois cultivos do cereal por ano.

Contudo, é necessário enfatizar que, o período em que o experimento foi conduzido foi contrastante, especialmente, com relação à distribuição das chuvas, o que pode ter contribuído para a redução no rendimento das sementeiras mais tardias.

Por isso a necessidade de experimentos serem repetidos em um maior número de anos, para que se possa determinar qual a melhor data de semeadura para cada híbrido, e, dessa forma, subsidiar o setor agrícola com informações que permitam com que os híbridos selecionados desenvolvam seu máximo potencial produtivo no município de Cerro Largo - RS.

REFERÊNCIAS

ALVARES, C. A. et al. Köppen's climate classification map for Brazil.

Meteorologische Zeitschrift, v. 22, n. 6, p. 711-728, 2013. Disponível em: <
https://www.researchgate.net/profile/Clayton_Alcarde_Alvaes/publication/263088914_Koppen's_climate_classification_map_for_Brazil/links/5f4a615b299bf13c5050b43b/Koeppens-climate-classification-map-for-Brazil.pdf>. Acesso em: 14 jun. 2020.

ALVES, V.C. **Exigências térmicas e avaliação de modelos de estimativa da produtividade de arroz (Oriza sativa L.) irrigado**. Dissertação (Mestrado em Agrometeorologia) ESALQ. Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1995. Disponível em: <
<https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/11/11131/tde-20181127-161243/en.php>>. Acesso em: 11 abr. 2021.

ARNOLD, C. Y. The determination and significance of the base temperature in a linear heat unit system. **Proceedings of the American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v. 74, n.1 p. 430-445, 1959.

BALBINOT JR. A. et al. Contribuição de componentes de rendimento na produtividade de grãos em variedades de polinização aberta de milho. **Revista Brasileira de Agrociência**, v.11, n.2, p.161-166, 2005. Disponível em: <Disponível em: <http://periodicos.ufpel.edu.br/ojs2/index.php/CAST/article/viewFile/1184/977> >. Acesso em: 14 jun. 2020.

BARBANO, M. T. et al. Temperatura base e soma térmica para cultivares de milho pipoca (Zea mays) no subperíodo emergência-florescimento masculino. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 11, n. 1, p. 79-84, 2003. Disponível em: <
<http://www.sbagro.org/files/biblioteca/1360.pdf>>. Acesso em: 12 abr.2021.

BARBOSA, J. V. A. Fisiologia do milho. **Embrapa Milho e Sorgo - Capítulo em livro científico**, 1983. Disponível em: <<https://www.alice.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/478760/1/Fisiologiamilho.pdf>>. Acesso em: 02 jun. 2020.

BARGHINI, Alessandro. O milho na América do Sul pré-colombiana: uma história natural. **Pesquisas Antropologia**, n. 61, p. 1-170, 2004. Disponível em: <<http://www.anchietano.unisinos.br/publicacoes/antropologia/antropologia61/Texto.pdf>>. Acesso em: 14 jun. 2020.

BEADLE, G. W. Teosinte and the origin of maize. **Journal of Heredity**, v. 30, Jun 1939, p. 245–247. Disponível em: <<https://doi.org/10.1093/oxfordjournals.jhered.a104728>>. Acesso em: 14 jun. 2020.

BERGAMASCHI, H. et al. Distribuição hídrica no período crítico do milho e produção de grãos. **Pesq. agropec. bras.**, Brasília, v. 39, n. 9, p. 831-839, set. 2004. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100204X2004000900001&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 02 jun. 2020.

BERGAMASCHI, H.; MATZENAUER R. Cultivos temporários: Milho. In: MONTEIRO, J. E. B. (Org.) **A Agrometeorologia dos cultivos**: o fator meteorológico na produção agrícola. Brasília: INMET, 2009. 530 p.

BERLATO, M.; MATZENAUER, R.; SUTILI, V.R. Relação entre temperatura e o aparecimento de fases fenológicas do milho. **Agronomia Sulriograndense**, Porto Alegre, v.20, p.111-132, 1984.

BOLLATTI, P.; JUÁREZ, M. **¿Cuál es la humedad mínima de suelo para iniciar la siembra de maíz de septiembre?**. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, 2018. Disponível em: <https://inta.gob.ar/sites/default/files/inta_sbmaiz_18mj_0.pdf>. Acesso em: 18 abr. 2021.

BORÉM, A.; MIRANDA, G. V. **Melhoramento de plantas**. Viçosa: 6ª ed. Ed. UFV, 2013.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Secretaria de Defesa Agropecuária. – Brasília: Mapa/ACS, 2009. 399p. Disponível em: <https://www.abrates.org.br/files/regras_analise_de_sementes.pdf>. Acesso em: 12 mai. 2021.

BRASIL. Zoneamento Agrícola de Risco Climático para a cultura de milho 1ª safra no Estado do Rio Grande do Sul, ano-safra 2019/2020. **PORTARIA Nº 59, DE 1º DE JULHO DE 2019**. Diário Oficial da União, nº 133, 2019. Disponível em: <<http://pesquisa.in.gov.br/imprensa/jsp/visualiza/index.jsp?data=12/07/2019&jornal=515&pagina=149&totalArquivos=339>> Acesso em: 02 jun. 2020

BULL, L. T.; CANTARELLA, H. **Cultura do milho**: fatores que afetam a produtividade. Piracicaba: POTAFOS, 1993. 301 p.

CARDOSO, M.J.; MUNDSTOCK, C.M. Comparação de treze métodos de cálculo de unidades térmicas de desenvolvimento de milho (*Zea mays* L). **Ciência e Cultura**. v.31, 1978.

CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. (Eds.). **Sementes**: ciências, tecnologia e produção. 4. ed. Jaboticabal: FUNEP, 2000. 588 p.

CIB – Conselho de Informações sobre Biotecnologia. **Guia do milho, tecnologia do campo à mesa**. Jul. 2006. Disponível em: <<https://www.chilebio.cl/wp-content/uploads/2015/09/Guia-do-Milho-%E2%80%93-Tecnologia-do-Campo-%C3%A0-Mesa.pdf>>. Acesso em: 02 jun. 2020.

CONAB. **Acompanhamento da Safra Brasileira de Grãos**. V.7 - Safra 2019/20, n. 9 - Nono Levantamento, Brasília, jun. 2020. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos/boletim-da-safra-de-graos/item/download/32042_910765cf5dc2d088c377e32cdef6fc72>. Acesso em: 08 jun. 2020.

CRUZ, J. C. et al. **Manejo da cultura do milho**. Embrapa Milho e Sorgo-Circular Técnica (INFOTECA-E), 2006. Disponível em: <<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/490419/1/Circ87.pdf>>. Acesso em: 14 jun. 2020.

CRUZ, J. C. et al. **Cultivo do Milho**. Embrapa Milho e Sorgo. Sistemas de Produção, Versão Eletrônica - 6ª edição, set. 2010. Disponível em:

<<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/27051/1/Cultivares.pdf>>.
Acesso em: 02 jun. 2020.

CUNHA, G. R. da et al. Zoneamento agrícola e época de semeadura para trigo no Rio Grande do Sul. In: **Embrapa Trigo - Artigo em anais de congresso**. In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE TRIGO, Embrapa Trigo. Passo Fundo, 1999. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/129183/1/ID13543-XVIIIrenapet-p636-641.pdf>>. Acesso em: 06 jun. 2020.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Indicações técnicas para o cultivo de milho e de sorgo no Rio Grande do Sul: Safras 2017/2018 e 2018/2019. **LXII Reunião Técnica Anual da Pesquisa do Milho**; XLV Reunião Técnica Anual da Pesquisa do Sorgo. Brasília, 2017. Disponível em: <<https://www.agricultura.rs.gov.br/upload/arquivos/202003/12103455-livro-indicacoes-tecnicas-milho-sorgo-2017-18-e-18-2019.pdf>>. Acesso em: 02 jun. 2020.

EMBRAPA, Centro Nacional e Pesquisa em Solos. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. ed. 5. Brasília: Embrapa - Solos, 2018. 356 p.

FANCELLI, A. L. **Milho**: produção e produtividade. Piracicaba: USP, 2011. p. 176.

FANCELLI, A. L. Cultivo Racional e Sustentável requer maior conhecimento sobre a planta do milho. **Revista Visão agrícola**. ESALQ, São Paulo, p. 20, 2015a. Disponível em: <https://www.esalq.usp.br/visaoagricola/sites/default/files/VA_13_Fisiologia-artigo1.pdf>. Acesso em: 06 jun. 2020.

FANCELLI, A. L. Manejo baseado na fenologia aumenta eficiência de insumos e produtividade. **Revista Visão Agrícola**, v. 13, n. 1, p. 24-29, 2015b. Disponível em: <https://www.esalq.usp.br/visaoagricola/sites/default/files/VA_13_Fisiologia-artigo2.pdf>. Acesso em: 06 jun. 2020.

FANCELLI, A. L.; DOURADO NETO, D. Fenologia do milho. **Encarte técnico**. Informações agronômicas nº 78, jun. 1997. Disponível em: <<http://www.ipni.net/P>

UBLICATION/IA-BRASIL.NSF/0/FBF0FBC15926D33F83257B8D0063F7BE/\$FILE/Enc1-6-78.pdf>. Acesso em: 06 jun. 2020.

FANCELLI, A. L.; DOURADO NETO, D. Ecofisiologia e fenologia. In: FANCELLI, A. L.; DOURADO NETO, D. **Produção de milho**. Guaíba: Agropecuária, 2000. p. 21-54.

FARIAS, L. L. P. **Avaliação agronômica de híbridos de milho (Zea mays. L) para produção de silagem ou grãos cultivados no Distrito Federal**. Monografia - Universidade de Brasília / Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, 2013. Disponível em: <https://bdm.unb.br/bitstream/10483/4887/11/2013_LauraLuciaPereiradeFarias.pdf>. Acesso em: 14 jun. 2020.

FERREIRA, L. F.; RESENDE, J. S. **A Cultura do Milho**. Informação Tecnológica. 2000. Disponível em: <<http://www.emater.mg.gov.br/doc/site/serevicoseprodutos/livraria/Culturas/Cultura%20do%20Milho.pdf>>. Acesso em: 18 jun. 2020.

FIORINI, I. V. A. et al. **Produtividade e seus componentes segundo épocas de semeadura do milho safrinha no Norte de Mato Grosso**. Princesa Isabel, 2018. Disponível em: <<https://www.locus.ufv.br/handle/123456789/23747>>. Acesso em: 18 jun. 2020.

FIESP. **Boletim informativo - Agronegócio**. 2020 Disponível em: <<https://www.fiesp.com.br/indices-pesquisas-e-publicacoes/safra-mundial-de-milho->>. Acesso em 10 mai. 2020.

FORNASIERI FILHO, D. **Manual da cultura do milho**. Jaboticabal: FUNEP, 2007. 574 p.

FORSTHOFER, E. L. et al. Desenvolvimento fenológico e agronômico de três híbridos de milho em três épocas de semeadura. **Ciência Rural**, v. 34, n. 5, p. 1341-1348, 2004. Disponível em: <https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0103-84782004000500004&script=sci_arttext>. Acesso em: 18 abr. 2021.

FORSTHOFER, E. L.; **Rendimento De Grãos e Desempenho Econômico do Milho Em Cinco Níveis de Manejo e Três Épocas de Semeadura**. 2004.

Dissertação (Mestrado em Fitotecnia). Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, Rio Grande do Sul, 2004. Disponível em: < <https://www.lume.ufrgs.br/handle/10183/6960>>. Acesso em: 06 jun. 2020.

FORSTHOFER, E. L. et al. Desempenho agrônômico e econômico do milho em diferentes níveis de manejo e épocas de semeadura. **Pesq. agropec. bras.**, Brasília, v. 41, n. 3, p. 399-407, Mar. 2006. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-204X2006000300005&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 06 jun. 2020.

FRANCA-NETO, J. B.; KRZYZANOWSKI, F. C.; HENNING, A. A. Sementes de soja de alta qualidade: a base para altas produtividade. In: **CONGRESO DE LA SOJA DEL MERCOSUR**, 5, 2011, Rosário. Anais [...] Rosario: Asociación de la Cadena de la Soja Argentina, 2011. p. 1-4. Disponível em: < <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/906923/1/FRANCANETO.sementes.pdf>>. Acesso em: 18 abr. 2021.

FRITSCHÉ-NETO, R.; MÔRO, G. T. Escolha do cultivar é determinante e deve considerar toda informação disponível. **Revista Visão Agrícola**, v. 9, p. 12-15, 2015. Disponível em: <https://www.esalq.usp.br/visaoagricola/sites/default/files/VA_13_Melhoramento_Genetico-artigo1.pdf>. Acesso em: 02 jun. 2020.

GAMA, E.E.G. et al. **Melhoramento do milho**. In: Empresa Brasileira de Assistência Técnica e Extensão Rural. Brasília, Embrater, p. 23-38, 1983. Disponível em: <<https://core.ac.uk/download/pdf/45496122.pdf>>. Acesso em: 26 mai. 2021.

GHISOLFI, E. M. et al. Influência do tamanho da semente e tipo de recipiente na germinação de *Schizolobium amazonicum* (Herb) Ducke. **Revista Científica Eletrônica de Agronomia**, Garça, v. 5, n. 9, 2006. Disponível em: <http://www.faef.revista.inf.br/imagens_arquivos/arquivos_destaque/Zo6biOV901TyXdD_2013-4-30-17-6-36.pdf>. Acesso em: 11 abr. 2021.

HELDWEIN, A. B.; MEDEIROS, S. P. **Agroclimatologia**. Universidade Federal de Santa Maria, Centro de Ciências Rurais, Curso de Graduação Tecnológica em Agricultura Familiar e Sustentabilidade, Santa Maria, 2008. Disponível em: <<https://repositorio.ufsm.br/handle/1/16158>>. Acesso em: 14 jun. 2020.

LAZZAROTTO, C., ARANTES, E.M., LAMAS, F.M. Época de semeadura e zoneamento agrícola. In: EMBRAPA. Centro de Pesquisa Agropecuária do Oeste. **Algodão Informações Técnicas**. Dourados: EMBRAPA-CPAO, Campina Grande: EMBRAPACNPA, Circular técnica 7, 1998. p.107-118. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/52810/1/Epocas-semeadura.pdf>>. Acesso em: 14 jun. 2020.

LOZADA, B.I.; ANGELOCCI, L.R. Efeito da temperatura do ar e da disponibilidade hídrica do solo na duração de subperíodos e na produtividade de um híbrido de milho (*Zea mays*). **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, v.7, p.37-43, 1999. Disponível em: <<http://sbagro.org/files/biblioteca/199.pdf>>. Acesso em: 18 abr. 2021.

MAGUIRE, J. D. Speed of germination-aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. **Crop Science**, Madison, v. 2, n. 1, jan./feb. 1962. 176-177p. Disponível em: <<https://dl.sciencesocieties.org/publications/cs/abstracts/2/2/cs0020020176>>. Acesso em: 14 jun. 2020.

MARTINS, I. S. **Doses, Épocas e Modos de Aplicação da Ureia Comum e Revestida na Cultura do Milho**. Dissertação. Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinária, Universidade Estadual Paulista. Jaboticabal – SP, 2013. Disponível em: <<https://repositorio.unesp.br/handle/11449/88257>>. Acesso em: 14 jun. 2020.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO - MAPA. **REGISTRO NACIONAL DE CULTIVARES** - RNC. CultivarWeb. 2020a. Disponível em: <http://sistemas.agricultura.gov.br/snpc/cultivarweb/cultivares_registradas.php>. Acesso em: 14 jun. 2020.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO - MAPA. SISZARC - **Sistema de Zoneamento Agrícola de Risco Climático**. Consulta de

cultivares. 2020b. Disponível em: < <http://sistemasweb.agricultura.gov.br/siszarco/consultarCultivares.action>>. Acesso em: 14 jun. 2020.

MIRANDA, J.E.C.; RESENDE, H.; VALENTE, J.O. Plantio de milho para silagem. Juiz de Fora. **Embrapa Gado de Leite. Comunicado Técnico, 27**. 2002. 8p.

MONDO, V. H. V. **Vigor de sementes e desempenho de plantas na cultura do milho**. Tese Doutorado. Piracicaba, SP, ESALQ, 2009. Disponível em: < <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/11/11136/tde-17032010-140330/en.php>>. Acesso em: 18 abr. 2021.

MONTEIRO, J. E. B. (Org.) **A Agrometeorologia dos cultivos: o fator meteorológico na produção agrícola**. Brasília: INMET, 2009. 530 p. Disponível em: < <https://www.acervodigital.ufpr.br/handle/1884/47918>>. Acesso em: 14 jun. 2020.

MUNDSTOCK, C.M. **Influência da época de semeadura em seis cultivares de milho (Zea mays L.)**: Porto Alegre: UFRS - Fac. Agronomia, 1970. 69p. Tese de Mestrado.

NASCIMENTO, F. M. et al. Produtividade de genótipos de milho em resposta à época de semeadura. **Rev. Ceres (Impr.)**, Viçosa, v. 58, n. 2, p. 193-201, abr. 2011. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-737X2011000200010&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 06 jun. 2020.

NOLDIN, J.A. **Rendimento de grãos, componentes do rendimento e outras características de planta de três cultivares de milho em duas épocas de semeadura**. Porto Alegre - RS, 1985. 149 p. Tese (Mestrado em Agronomia) - Curso de Pós-graduação em Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1985. Disponível em: < <https://www.ufrgs.br/agronomia/materiais/Josealbertonoldin1985.pdf>>. Acesso em: 18 abr. 2021.

OLIVEIRA, M.D.X. **Comportamento da cultura de milho (Zea mays L.) em diferentes épocas de semeadura nas regiões centro e norte de Mato Grosso do Sul**. Lavras: ESAL, 1990. 90 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Escola

Superior de Agricultura de Lavras, ESAL. 1990. Disponível em: <<https://www.alice.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/478692/1/Comportamentocultura.pdf>>. Acesso em: 18 abr. 2021.

PÁDUA, G. P. et al. Influência do tamanho da semente na qualidade fisiológica e na produtividade da cultura da soja. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 32, n. 3 p. 9-16, 2010. Disponível em: < https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0101-31222010000300001&script=sci_arttext&tlng=pt>. Acesso em: 11 abr. 2021.

PIMENTEL, M. A. G. et al. Qualidade física e sanitária de grãos de milho produzidos em primeira safra e destinados a alimentação de suínos. In: **Embrapa Milho e Sorgo - Resumo em anais de congresso**. CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 32., 2018, Lavras. Soluções integradas para os sistemas de produção de milho e sorgo no Brasil: resumos. Sete Lagoas: Associação Brasileira de Milho e Sorgo, 2018. Disponível em: <<https://www.alice.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/1095434/1/Qualidadefisica.pdf>> Acesso em: 02 jun. 2020.

POPINIGIS, F. **Fisiologia da semente**. 2. ed. Brasília: AGIPLAN, 1985. 289 p.

ROSA, H.T. et al. Métodos de soma térmica e datas de semeadura na determinação de filocrono de cultivares de trigo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.44, n.11, p.1374-1382, 2009. Disponível em: < https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0100-204X2009001100002&script=sci_arttext&tlng=pt>. Acesso em: 11 abr. 2021.

SANGOI, L. Aptidão dos campos de Lages (SC) para produção de milho em diferentes épocas de semeadura. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.28, p.51-63, 1993. Disponível em: < <http://seer.sct.embrapa.br/index.php/pab/article/view/3854>>. Acesso em: 18 abr. 2021.

SANS, L. M. A.; GUIMARÃES, D. P. Zoneamento agrícola. **Embrapa Milho e Sorgo-Capítulo em livro científico**, 2008. Disponível em:<<https://www.alice.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/491132/4/Zoneamentoagricola.pdf>>. Acesso em: 06 jun. 2020.

SENTELHAS, P. C.; MONTEIRO, J. E. B. da A. Introdução: Agrometeorologia dos cultivos. In: MONTEIRO, J. E. B. (Org.) **A Agrometeorologia dos cultivos: o fator meteorológico na produção agrícola**. Brasília: INMET, 2009. 530 p.

SILVA, J. N. da. **Produção de milho cultivar bandeirante em função de diferentes lâminas de irrigação na presença e ausência de cobertura morta**. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ciências Agrárias) - Universidade Estadual da Paraíba, Centro de Ciências Humanas e Agrárias, 2014. Disponível em: <https://dspace.bc.uepb.edu.br/jspui/handle/123456789/5352>. Acesso em: 06 jun. 2020.

SOARES, F. C. **Análise de viabilidade da irrigação de precisão na cultura do milho (*Zea mays L.*)**. 2010. 113 f. Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Santa Maria, Centro de Ciências Rurais, Programa de Pós Graduação em Engenharia Agrícola, Santa Maria, 2010. Disponível em: <<https://repositorio.ufsm.br/handle/1/7523>>. Acesso em: 02 jun.2020.

SOLOGUREN, L. Demanda mundial cresce e brasil tem espaço para expandir produção. **Visão Agrícola**, v. 13, n. 1, p. 8-13, 2015. Disponível em:<https://www.esalq.usp.br/visaoagricola/sites/default/files/VA_13_Importancia-artigo1.pdf>. Acesso em: 02 jun. 2020.

SOUZA, F.R.S. **Estabilidade de cultivares de milho (*Zea mays L.*) em diferentes épocas e locais de plantio em Minas Gerais**. Lavras. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura de Lavras. 1989. 64p.

STONE, P.J.; SORENSEN, I.B.; JAMIESON, P.D. Effect of soil temperature on phenology, canopy development, biomass and yield of maize in a cool-temperate climate. **Field Crops Research**, Hastings, v.63, p.169-178, 1999. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0378429099000337?casa_token=crQZAw9tycYAAAAA:VPbvmvPui_r0NpgaOK-51aP53fyAnKXVfhoeyajikyFP2CoCr7-c6pPdu10VWtnalztctvntVli1>. Acesso em: 18 abr. 2021.

VILHEGAS, A. C. G. et al. Efeito de épocas de semeadura e estabilidade de híbridos de milho em plantios de safrinha no noroeste do Paraná. **Bragantia**, v. 60, n. 1, p. 45-51, 2001. Disponível em: <<https://www.scielo.br/pdf/brag/v60n1/a06v60n1.pdf>>. Acesso em: 14 jun. 2020.

UITDEWILLIGEN, W.P.M. **Estudo comparativo do rendimento de três cultivares de milho em quatro épocas de semeadura com e sem irrigação**. Porto Alegre: UFRS - Fac. Agronomia, 1971, 91p. Tese de Mestrado.

USDA, United States Department of Agriculture. **World Agricultural Production**. Circular Series WAP 6-20 June 2020. Disponível em: <<https://apps.fas.usda.gov/psdonline/circulars/production.pdf>>. Acesso em: 10 jun. 2020.

WAGNER M.V; et al. Avaliação do ciclo fenológico da cultura do milho em função da soma térmica em Guarapuava, Sul do Brasil. **Revista Brasileira de Tecnologia Aplicada nas Ciências Agrárias**, Guarapuava-PR, v.4, n.1, p.135–149, 2011. Disponível em: < <https://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=DJ2012080575>>. Acesso em: 14 jun. 2020.