

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO OESTE DO PARANÁ
CAMPUS DE MARECHAL CÂNDIDO RONDON
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA
NÍVEL MESTRADO E DOUTORADO

LORENA MAIA NORETO

ACÚMULO DE GRAUS-DIA E DURAÇÃO DO CICLO PARA CULTIVARES DE
TRIGO EM DIFERENTES ÉPOCAS DE SEMEADURA

Marechal Cândido Rondon

2013

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO OESTE DO PARANÁ
CAMPUS DE MARECHAL CÂNDIDO RONDON
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA
NÍVEL MESTRADO E DOUTORADO

LORENA MAIA NORETO

ACÚMULO DE GRAUS-DIA E DURAÇÃO DO CICLO PARA CULTIVARES DE
TRIGO EM DIFERENTES ÉPOCAS DE SEMEADURA

Dissertação apresentada à Universidade Estadual do Oeste do Paraná, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia – Nível Mestrado e Doutorado, para obtenção do título de Mestre.

Orientador: Prof. Dr. Élcio Silvério Klosowski
Co-Orientador: Prof. Dr. Antonio Carlos Torres da Costa
Co-Orientador: Dr. Francisco de Assis Franco

Marechal Cândido Rondon

2013

DEDICATÓRIA

À minha mãe Maria Maia dos Santos Gonçalves, que além de sempre ter estado ao meu lado me incentivando, é o maior exemplo que possuo de dedicação, superação e esforço relacionado à formação profissional.

Ao meu pai Jorge Noreto Gonçalves, pelo apoio sempre mostrando o caminho certo a seguir.

A todos os familiares e amigos que fizeram parte da minha vida ao longo dessa trajetória.

Ao meu professor e amigo Dr. Reinaldo Prandini Ricieri e a todos que de alguma forma contribuíram para que eu pudesse concluir mais essa etapa da minha vida.

AGRADECIMENTOS

Ao professor e orientador Dr. Élcio Silvério Klosowski, pela orientação, contribuição e principalmente pela confiança depositada nesse trabalho.

Aos professores Dr. Cláudio Yuji Tsutsumi e Dr. Antonio Carlos Torres da Costa pelas sugestões e ensinamentos.

À Universidade Estadual do Oeste do Paraná pela oportunidade para aperfeiçoar minha formação profissional.

À Cooperativa Central de Pesquisa Agrícola (COODETEC), pelos dados fornecidos e principalmente ao Dr. Francisco de Assis Franco pelo apoio e comprometimento possibilitando a realização desse trabalho.

À CAPES pela concessão da bolsa de estudos.

“Sábio é aquele que conhece o limite da própria ignorância.”

Sócrates

ACÚMULO DE GRAUS-DIA E DURAÇÃO DO CICLO PARA CULTIVARES DE TRIGO EM DIFERENTES ÉPOCAS DE SEMEADURA

Autora: Lorena Maia Noreto

Orientador: Prof. Dr. Élcio Silvério Klosowski

Co-Orientador: Prof. Dr. Antonio Carlos Torres da Costa

Co-Orientador: Dr. Francisco de Assis Franco

RESUMO

O trabalho teve como objetivo determinar o acúmulo de graus-dia e a relação entre a duração do período da semeadura a maturação fisiológica e as datas de semeadura de treze cultivares de trigo, nos municípios de Palotina - PR e Cascavel – PR. Os dados referentes a cultura do trigo foram cedidos pela Cooperativa Central de Pesquisa Agrícola (COODETEC) correspondente as safras agrícolas de 2006 a 2011. Os tratamentos foram constituídos de 13 cultivares de trigo, 3 datas de semeadura para Cascavel e 4 datas de semeadura para Palotina. Os dados utilizados para a análise foram: totais de dias transcorridos da semeadura ao espigamento e a maturação fisiológica e do espigamento a maturação fisiológica, juntamente com o acúmulo de graus-dia para estes períodos, além do rendimento de grãos e peso hectolitro. Os resultados indicam que a duração média do período da semeadura ao espigamento foi de 64 dias para Palotina e 71 dias para Cascavel. Para o período do espigamento a maturação fisiológica a duração média foi de 56 dias para Palotina e 54 dias para Cascavel. O aumento na duração do período da semeadura ao espigamento para cultivares semeados em 25 de Maio (DJ 145) ocorreu em virtude da diminuição da temperatura do ar. O acúmulo médio de graus-dia entre o período da semeadura a maturação fisiológica foi de 1487 para as duas localidades. Os cultivares que destacaram-se, apresentando um menor período do espigamento a maturação fisiológica e com boa produtividade foram os cultivares CD 114, CD 120 e CD 124 para Palotina e CD 114, CD 120, CD 121, CD 122, CD 124 e Onix para Cascavel.

Palavras-chave: *Triticum aestivum* L., soma térmica, desenvolvimento vegetativo.

GROWING DEGREE-DAY SUM AND CROP GROWTH CYCLE DURATION FOR WHEAT CULTIVARS AT DIFFERENT SOWING DATES

Author: Lorena Maia Noreto

Advisor: Prof. Dr. Élcio Silvério Klosowski

Co-Advisor: Prof. Dr. Antonio Carlos Torres da Costa

Co-Advisor: Dr. Francisco de Assis Franco

ABSTRACT

The objective of this study was to determine the growing degree-days sum and the relationship between the period length from sowing to physiological maturity and sowing dates of thirteen wheat cultivars, in the Palotina – PR and Cascavel - PR. The data on wheat crop were collected by the Cooperativa Central de Pesquisa Agrícola (COODETEC) and correspond to the harvests of 2006 to 2011. The treatments consisted of 13 wheat cultivars, 3 sowing dates for Cascavel and 4 sowing dates for Palotina. The data used for the analysis were: Total elapsed days from sowing to the silking and to physiological maturity, and of the silking to physiological maturity, along with the growing degree-days sum for these periods, beyond grains yield and hectoliter weight. The results indicate that the average length of sowing to silking was 64 days for Palotina and 71 days for Cascavel. For the period from silking to physiological maturity the average length was 56 days for Palotina and 54 days for Cascavel. The increase in length of time from sowing to silking in cultivars sowed in May 25th (JD 145) was due to the decrease in air temperature. The average of growing degree-days sum between the period from sowing to physiological maturity was 1487, for both locations. The cultivars that stood out presenting a shorter period of silking to physiological maturity and high productivity were the cultivars CD 114, CD 120 and CD 124 for Palotina and CD 114, CD 120, CD 121, CD 122, CD 124 and Onix for Cascavel.

Key words: *Triticum aestivum* L., thermal summation, vegetative development.

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1- Escala Fenológica do trigo de Feeks e Large para os períodos do afilhamento, alongamento, espigamento e maturação fisiológica (MF), (LARGE, 1954).....14
- Figura 2- (a): Valores médios mensais de temperaturas mínimas, máximas e médias do ar (°C), nos meses de Abril a Setembro, entre 2006 a 2011. (b) - Total de precipitação pluvial (mm), nos meses de Abril a Setembro, entre 2006 a 2011. (COODETEC / PPGA - Unioeste).....22
- Figura 3- (a): Médias da duração do período da semeadura ao espigamento (dias) para o cultivar CD 113, em quatro datas de semeadura, nas safras agrícolas de 2006 a 2011; (b) - Médias da duração do período da semeadura a maturação fisiológica (dias) para os cultivares CD 121 e CD 122, em quatro datas de semeadura, nas safras agrícolas de 2006 a 2011; (c) - Médias do acúmulo de graus-dia da semeadura ao espigamento para os cultivares CD 114, CD 115, CD 118, CD 121 e CD 122, em quatro datas de semeadura, nas safras agrícolas de 2006 a 2011. (COODETEC / PPGA - Unioeste).....28
- Figura 4- (a) - Valores médios mensais de temperaturas mínimas, máximas e médias do ar (°C), nos meses de Abril a Setembro, entre 2007 a 2011. (b) - Total de precipitação pluvial (mm), nos meses de Abril a Setembro entre 2007 a 2011. (COODETEC / PPGA - Unioeste).....33
- Figura 5- Médias da duração do período da semeadura ao espigamento (dias) para o cultivar CD 117, em três datas de semeadura, nas safras agrícolas de 2007 a 2011. (COODETEC / PPGA - Unioeste).....35

LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Datas da semeadura em Dias Julianos nas safras agrícolas de 2006 a 2011 em Palotina e de 2007 a 2011 em Cascavel. (COODETEC / PPGA - Unioeste).....	20
Tabela 2- Duração média do período da semeadura ao espigamento (dias) de treze cultivares de trigo, em quatro datas de semeadura, nas safras agrícolas de 2006 a 2011, em Palotina. (COODETEC / PPGA - Unioeste).....	23
Tabela 3- Duração média do período da semeadura a maturação fisiológica (dias) de treze cultivares de trigo, em quatro datas de semeadura, nas safras agrícolas de 2006 a 2011, em Palotina. (COODETEC / PPGA - Unioeste).....	25
Tabela 4- Médias do acúmulo de graus-dia da semeadura ao espigamento de treze cultivares de trigo, em quatro datas de semeadura de 2006 a 2011, em Palotina. (COODETEC / PPGA - Unioeste).....	26
Tabela 5- Duração média do período do espigamento a maturação fisiológica (E-MF), acúmulo de graus-dia do espigamento a maturação fisiológica (E-MF) e da semeadura a maturação fisiológica (S-MF), rendimento de grãos (REND) e peso hectolitro (PH) de treze cultivares de trigo, nas safras agrícolas de 2006 a 2011, em Palotina. (COODETEC / PPGA - Unioeste).....	29
Tabela 6- Coeficiente de correlação de duração dos períodos (dias), graus-dia acumulados, rendimento de grãos (REND) e peso hectolitro (PH), nas safras agrícolas de 2006 a 2011, em Palotina. (COODETEC / PPGA - Unioeste).....	32
Tabela 7- Duração média do período da semeadura ao espigamento (dias) de treze cultivares de trigo, em três datas de semeadura, nas safras agrícolas de 2007 a 2011, em Cascavel. (COODETEC / PPGA - Unioeste).....	34
Tabela 8- Duração média do período da semeadura a maturação fisiológica (S-MF) e do espigamento a maturação fisiológica (E-MF), acúmulo de graus-dia da semeadura ao espigamento (S-E) e a maturação fisiológica (S-MF) e do espigamento a maturação fisiológica (E-MF), rendimento de grãos (REND) e peso hectolitro (PH) de treze cultivares de trigo, nas safras agrícolas de 2007 a 2011, em Cascavel. (COODETEC / PPGA - Unioeste).....	36
Tabela 9- Coeficiente de correlação de duração dos períodos (dias), graus-dia acumulados, rendimento de grãos (REND) e peso hectolitro (PH), nas safras agrícolas de 2007 a 2011, em Cascavel. (COODETEC / PPGA - Unioeste).....	38

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	11
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	13
2.1 A cultura do trigo.....	13
2.2 Desenvolvimento da planta de trigo.....	14
2.3 Exigências ambientais da cultura do trigo.....	15
2.3.1 Precipitação pluvial.....	15
2.3.2 Temperatura do ar.....	16
2.4 Graus-dia.....	17
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	19
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	22
4.1 Experimento em Palotina.....	22
4.2 Experimento em Cascavel.....	32
5 CONCLUSÕES.....	39

1 INTRODUÇÃO

O trigo é um cereal que apresenta sistema radicular fasciculado, de fruto oval, pertencente à família *Poaceae* do gênero *Triticum*, possuindo diversas espécies. Seu ciclo é anual sendo cultivado durante o período do outono/inverno. Os grãos apresentam alto valor nutricional e é um dos alimentos mais importantes para a dieta humana, podendo ser consumido na forma de pão, macarrão, massas, biscoitos, dentre outros. As áreas cultivadas com trigo no Brasil estão distribuídas nas regiões Sul, Sudeste e Centro-Oeste do país (MAPA, 2012a).

O cultivo do trigo no Brasil apresenta elevado potencial de produção, sendo a região Sul a responsável pela maior área cultivada no país, por apresentar solo e clima mais favoráveis ao desenvolvimento da cultura (FANAN et al., 2006). Porém, esta vasta área de produção do cereal abriga uma diversidade de climas e de solos distintos para cada região de cultivo. Dentre os fatores limitantes para o desenvolvimento das plantas, variáveis climatológicas, como precipitação pluvial e temperatura do ar, interferem diretamente sobre a dinâmica do rendimento anual das safras agrícolas (MIRANDA, 2007; MANOSSO, 2005).

A temperatura do ar apresenta grande influência sobre a cultura, em conjunto com os demais elementos meteorológicos, influencia todos os processos fisiometabólicos das plantas, podendo em determinado estágio fenológico limitar ou paralisar seu crescimento (RIBEIRO et al., 2009; CASTRO e KLUGE, 1999).

Segundo Viganó et al. (2011), as épocas de semeadura apresentam influência direta no desenvolvimento do trigo, por determinarem um maior ou menor efeito sobre a cultura em função das condições climáticas presentes em determinado estágio de desenvolvimento da planta.

Uma forma de verificar o desempenho da cultura durante todo seu ciclo é por meio do conceito de graus-dia ou soma térmica, que se baseia na resposta da planta à temperatura do ar, sendo as temperaturas basais aquelas que controlam o crescimento e desenvolvimento da cultura. Por mais que as condições hídricas e os níveis de radiação solar sejam ideais, a planta não se desenvolve e seu crescimento é extremamente reduzido, quando submetida a temperatura inferior a um valor mínimo, ou superior a um valor máximo (PILAU et al., 2011). Segundo Streck e Alberto (2006), para o trigo a temperatura mínima basal de crescimento média para todas as fases fenológicas é de 5°C.

Portanto o trabalho teve como objetivo determinar o acúmulo de graus-dia e a relação entre a duração do período da semeadura a maturação fisiológica e as datas de semeadura de

treze cultivares de trigo, para os municípios de Palotina e Cascavel no Estado do Paraná.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 A cultura do trigo

O trigo teve seu cultivo iniciado na região compreendida entre o norte do Vale do Rio Nilo até a Mesopotâmia (Iraque, Kuwait, Líbano, Síria e Jordânia), e atualmente é cultivado no mundo todo. No Brasil o cultivo do trigo teve início em 1534, na Capitania de São Vicente, onde as primeiras sementes foram trazidas por Martim Afonso de Souza. Em decorrência do clima quente do local a expansão da cultura foi dificultada. Porém ganhou importância econômica em meados do século XVIII, tendo a cultura se adaptado melhor às condições ambientais no Estado do Rio Grande do Sul. Dos gêneros de trigo cultivados, o *Triticum* contém em torno de 30 espécies, dentre elas o *Triticum aestivum* L., conhecido como trigo comum, espécie de maior interesse comercial (ABITRIGO, 2006).

Além de fazer parte da dieta humana, o trigo também pode ser utilizado na fabricação de ração animal, apresentando grande importância nutricional e econômica. A cultura também é utilizada como cobertura de solo no inverno e como sucessão a culturas como soja e milho, beneficiando a conservação dos solos evitando erosões, e contribuindo na renda familiar.

No Brasil a produção de trigo estava dividida em três regiões tritícolas: Região Sul: constituída pelos Estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina; Região Centro-sul: faziam parte os Estados do Paraná, Sul do Mato Grosso do Sul e São Paulo e a Região Central: Estados de Minas Gerais, Goiás, Distrito Federal, Mato Grosso e Bahia (MIRANDA et al., 2005).

Segundo Brasil (2008), com uma nova divisão as áreas produtoras de trigo estão distribuídas em quatro regiões homogêneas de adaptação de cultivares de trigo, denominadas de Região 1, 2, 3 e 4. As Regiões 1 e 2 compreendem os Estados do Rio Grande do Sul até o Norte do Paraná. A Região 1 é caracterizada por ser úmida e fria e a Região 2 úmida e quente. A Região 3 é considerada moderadamente quente e seca, constituída pelos Estados do Paraná, Sul de São Paulo e parte do MS. Os Estados de São Paulo, Mato Grosso do Sul, Goiás, Distrito Federal, Minas Gerais, Mato Grosso e Bahia fazem parte da Região 4 considerada quente e seca.

Tanto a divisão em regiões homogêneas de adaptação do trigo no Brasil, quanto o zoneamento agrícola de risco climático buscam minimizar os riscos relacionados aos fenômenos climáticos, permitindo identificar a melhor época de semeadura para cada município, nos diferentes tipos de solo e ciclos dos cultivares. No Paraná, as datas de semeadura indicadas para a cultura do trigo aumentando a probabilidades de apresentar melhor rendimento de grãos, para o município de Cascavel (Região 2) está compreendida entre 21 de Abril a 10 de Junho. Para o

município de Palotina (Região 3) a data de semeadura está compreendida entre 11 de Março a 31 de Maio (MAPA, 2012b).

No Brasil, segundo a Conab (2013a), na safra de 2012/2013 a área cultivada com trigo foi de aproximadamente 1,90 milhões de hectares, atingindo produtividade média de 2269 kg ha⁻¹. A produtividade foi inferior à safra de 2011 que atingiu 2672 kg ha⁻¹ e a redução na produtividade da safra de 2012/2013 se deu em função da instabilidade do tempo atmosférico, com excesso de chuvas após uma temporada de pouca umidade na época da semeadura (CONAB, 2013b).

As instabilidades do tempo atmosférico, como excesso ou falta de precipitação pluvial, variações acentuadas da temperatura do ar, entre outros, reforçam as necessidades do aprimoramento dos conhecimentos sobre o desenvolvimento da cultura do trigo, aliando tecnologia e planejamento de produção, buscando maior estabilidade na produção, maximizando a produtividade nas áreas já cultivadas no país.

2.2 Desenvolvimento da planta de trigo

O conhecimento do desenvolvimento da planta de trigo é de extrema importância no entendimento das possíveis limitações causadas pelo ambiente. As principais fases do desenvolvimento das plantas de trigo foram apresentadas na Figura 1.

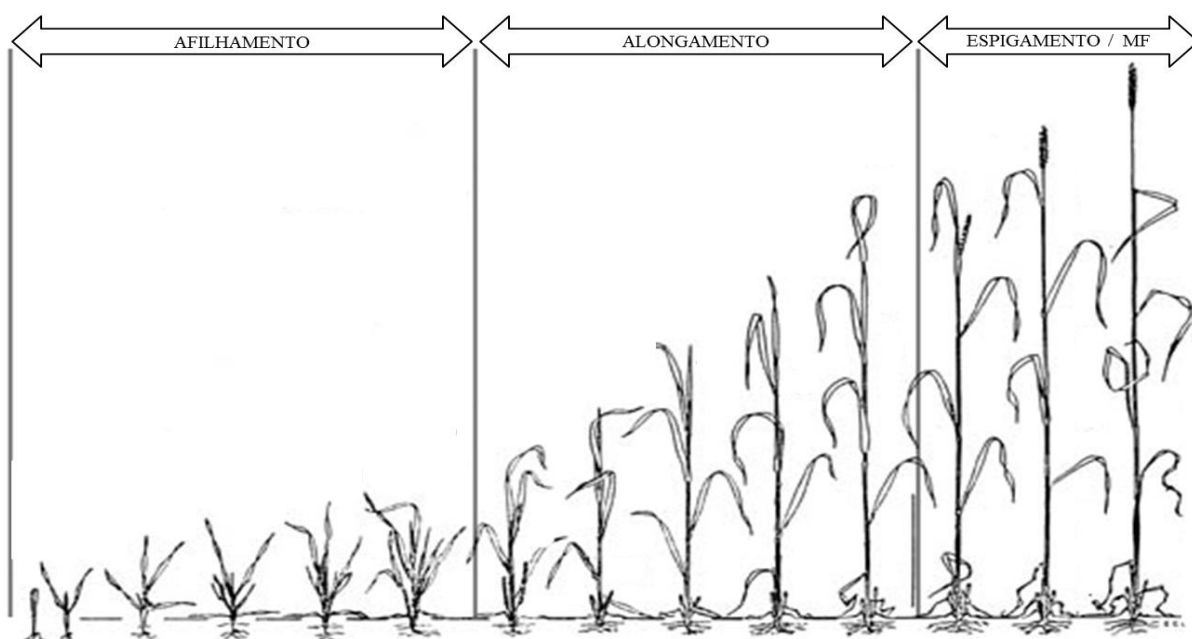


Figura 1: Escala Fenológica do trigo de Feeks e Large para os períodos do afilhamento, alongamento, espigamento e maturação fisiológica (MF), (LARGE, 1954).

Da Figura 1 depreende-se: que trigo apresenta diferentes exigências ambientais para cada fase de desenvolvimento, especialmente relacionadas à necessidade hídrica e à temperatura do ar. No estágio do afilhamento as plantas recém-emergidas, apresentam uma ou mais folhas. Em seguida ocorre o crescimento dos entre-nós da planta no estágio do alongamento do colmo, aumentando a estrutura da planta, cujas espigas ainda não são visíveis e a inflorescência encontra-se envolta na bainha da folha bandeira, caracterizando o estágio do emborrachamento. Após esse período a planta inicia o estágio do espigamento, no início as primeiras espigas ficam recém-visíveis e ao final todas as espigas já se apresentam fora das bainhas. O florescimento ocorre primeiramente no colmo principal, em seguida, nos afilhos, iniciando na parte apical da espiga e ao final do florescimento, os grãos encontram-se em estágio aquoso. Durante o florescimento as plantas são extremamente sensíveis às baixas temperaturas do ar. Ao final do ciclo da cultura no estágio da maturação fisiológica os grãos iniciam o processo de deposição de reservas. No início possuem aspecto leitoso e ao final da maturação os grãos endurecem possibilitando a colheita. Condições de elevadas temperaturas do ar, baixa disponibilidade hídrica, baixa umidade do solo, aliados a dias longos e ensolarados reduzem o período da maturação (JUNGES et al., 2008; MUNDSTOCK, 1999; LARGE, 1954).

2.3 Exigências ambientais da cultura do trigo

2.3.1 Precipitação pluvial

A precipitação pluvial é a forma natural de disponibilização de água para as plantas. A água representa de 80 a 95% da massa dos tecidos em crescimento e responsável pela manutenção da turgescência das células e reagente da hidrólise e da fotossíntese. Além de desempenhar a função de solvente, possibilitando que os gases, minerais e outros solutos entrem na célula, também é responsável por controlar a temperatura interna das plantas. Uma possível diminuição da disponibilidade hídrica nas plantas provoca a redução das células, os solutos ficam cada vez mais concentrados e a membrana plasmática se torna mais espessa afetando os processos de turgidez das células, redução da área foliar, fechamento estomático e redução da taxa de fotossíntese influenciando no desenvolvimento da planta (DIAS, 2008; LACERDA et al., 2007).

No trigo a diminuição da disponibilidade hídrica provoca redução no crescimento causada pela diminuição do potencial hídrico, da condutância estomática, da fotossíntese e da

assimilação de nitrogênio pela planta. A evapotranspiração do trigo na região Sul é de 312 mm, apresentando um consumo máximo de 3,9 mm dia⁻¹. Os valores do coeficiente de sensibilidade ao déficit hídrico para cada fase de desenvolvimento da cultura do trigo (ky_i), referentes à fase vegetativa, reprodutiva e maturação fisiológica são de 0,2, 0,6 e 0,0, respectivamente. Quanto maior o valor do ky_i , maiores as perdas no rendimento da cultura em condições de déficit hídrico. O estágio de desenvolvimento mais sensível à falta de água é o da folha-bandeira, seguido do estágio de florescimento. No estágio de grão leitoso o trigo é menos sensível à deficiência hídrica (CUNHA et al., 2009; MOREIRA e CARDOSO, 2009; RODRIGUES et al., 1998; DOORENBOS e KASSAM, 1994).

A baixa disponibilidade hídrica por um longo período pode influenciar reduzindo o número de dias do ciclo da cultura. O ciclo é medido pelo número de dias da emergência ao espigamento e a maturação fisiológica. A falta de precipitação pluvial pode influenciar diminuindo o período de crescimento da planta até o espigamento, ou o período de enchimento de grãos (OSÓRIO, 1992; PEDRO JÚNIOR et al., 2004). Por outro lado o excesso de chuvas também é prejudicial à cultura.

Na Região Sul, geralmente o excesso de umidade no solo tem se mostrado mais problemático do que a falta de água. O excesso de precipitação pluvial promove o encharcamento do solo, tornando-os pouco arejados e deficientes em oxigênio, reduzindo a absorção radicular e o transporte dos nutrientes, além de elevar a umidade do ar, favorecendo o desenvolvimento de doenças (OSÓRIO, 1992).

Na fase final de desenvolvimento da planta, período que antecede a colheita, a precipitação pluvial e o excesso de água no solo afetam o peso hectolitro, peso de mil grãos e o rendimento de grãos. O excesso de precipitação pluvial pode acarretar redução na qualidade dando início ao processo germinativo dos grãos ainda na espiga, além de apresentar perdas no rendimento de grãos (GUARIENTI et al., 2005; FELÍCIO, 2002). Além da precipitação pluvial outra variável climática que apresenta grande influencia no desenvolvimento das plantas é a temperatura do ar.

2.3.2 Temperatura do ar

Grande parte dos processos fisiológicos que acontecem nas plantas dependem de condições externas e internas. Um dos fatores externos mais importante é a temperatura ambiental. A forma mais simples de expressar a energia contida no ambiente que influi no crescimento, desenvolvimento e distribuição das espécies vegetais é através da temperatura do

ar. Na cultura do trigo as alterações no tempo atmosférico, especialmente relacionada à ocorrência de temperaturas do ar muito altas ou muito baixas, reduzem o rendimento de grãos (STRECK e ALBERTO, 2006).

A temperatura do ar é um elemento meteorológico atuante nos diversos processos fisiológicos das plantas, alterando a taxa de crescimento, afetando todas as reações bioquímicas da fotossíntese. Em condições normais a taxa fotossintética aumenta em função do aumento da temperatura do ar. A taxa fotossintética reduz drasticamente em condições de temperaturas do ar maiores que 30°C. O processo de fotossíntese também é limitado com temperaturas do ar muito baixas, porém, nas plantas com metabolismo C₃ a fotossíntese é mais eficiente (TAIZ e ZEIGER, 2004).

A planta de trigo tem seu crescimento acelerado com temperaturas do ar até 20°C, favorecendo a formação de maior número de afilhos, enquanto que inferiores a 15°C retardam o crescimento. Acima de 25°C, o período da fase de formação dos tecidos diminui, acarretando em perdas na produção pela redução do índice de área foliar (SCHEEREN et al., 2000; CASTRO e KLUGE, 1999).

No início do seu desenvolvimento temperaturas do ar inferiores a 8°C são benéficas ao trigo, promovendo redução do crescimento vegetativo, maior enraizamento e acréscimo do perfilhamento (OSÓRIO, 1992).

Segundo Brinholi (1996), a fase que a planta de trigo é mais sensível a temperaturas do ar muito altas ou muito baixas é durante o espigamento, especialmente durante a floração, cujo valor ideal situa-se entre 18 a 24°C, e acima de 32°C pode causar esterilidade e consequentemente redução na produção.

2.4 Graus-dia

Os primeiros estudos relacionando desenvolvimento vegetal e temperatura do ar foi realizado por Reaumur em 1735, na França, onde foi observado que o somatório da temperatura do ar era praticamente constante durante o ciclo de desenvolvimento das culturas em diferentes anos, sendo desenvolvido o conceito de graus-dia. O acúmulo de graus-dia pode ser utilizado para determinar a duração de um período fenológico específico, classificar o ciclo da cultura podendo ser precoce, médio ou tardio. Além de possibilitar a realização da programação da semeadura à colheita, sendo utilizado no zoneamento agrícola das culturas (PEREIRA et al., 2002).

O trigo como nas demais culturas apresenta uma faixa ideal de temperatura para se

desenvolver, e o somatório das temperaturas do ar durante o período de desenvolvimento da cultura pode ser verificado pelo somatório de calor efetivo acumulado nesse período, que é diferente para cada cultivar e varia de acordo com as condições da temperatura do ar.

Os graus-dia ou somatório de calor efetivo para o crescimento e desenvolvimento das plantas estão diretamente relacionados à temperatura média diária do ar. Acumulados durante o período diário, os valores de graus-dia são obtidos pela diferença entre a temperatura média diária do ar e a temperatura base da planta. As exigências térmicas, necessárias para a cultura atingir determinado estágio fenológico, permite prever adaptação às diferentes regiões e épocas de semeadura que sofrem influência direta das condições ambientais (FEROLLA et al., 2007).

A temperatura base para acúmulo diário da energia se situa acima da condição mínima e abaixo da máxima exigida pela planta. Somente a energia acumulada nesse intervalo de condições de soma térmica será utilizada para que a planta possa completar determinada fase fenológica ou mesmo todo o ciclo de desenvolvimento. A temperatura base superior geralmente não é atingida a campo durante o ciclo de desenvolvimento da cultura por ser elevada, portanto não se considera a temperatura base superior para realizar o cálculo de graus-dia, utilizando somente a temperatura mínima basal (MULLER et al., 2009)

Segundo Rodrigues et al. (2001) as temperaturas mínimas basais de crescimento para o trigo são diferentes de acordo com cada fase de desenvolvimento da cultura. Para o período da semeadura a emergência a temperatura mínima basal do solo a 0,05 m de profundidade é de 2,1°C, temperaturas inferiores a essa comprometem a germinação do trigo. As temperaturas mínimas basais de crescimento para os períodos do afilhamento, alongamento do colmo, espigamento e maturação fisiológica correspondem a 4,8°C, 0,9°C, 8,4°C e 8,0°C, respectivamente.

Os valores de graus-dia acumulados dependerão das condições de temperaturas do ar observadas durante o período de desenvolvimento da cultura e das características genéticas de cada cultivar, podendo apresentar diferentes valores de soma térmica para o mesmo cultivar em diferentes ambientes.

3 MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi desenvolvido a partir de dados referentes a cultura do trigo cedidos pela Cooperativa Central de Pesquisa Agrícola (COODETEC) e correspondem as safras agrícolas de 2006 a 2011 . Os experimentos foram desenvolvidos a campo, nos Centros de Pesquisas da COODETEC localizados nos municípios de Palotina e Cascavel no Estado do Paraná.

O município de Palotina está situado a latitude 24° 18' S, longitude 53° 55" W a 310 metros de altitude. Localizado na Região 3 de adaptação de cultivares de trigo, apresentando clima subtropical (Cfa) segundo a classificação de Köppen sendo caracterizado por temperaturas do ar médias anuais entre 22 e 23°C, apresentando verões quentes e totais de chuvas entre 1600 a 1800 mm anuais, bem distribuídos durante o ano (CAVIGLIONE et al., 2000). O solo foi classificado como ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO EUTRÓFICO com textura arenosa média (EMBRAPA, 2006). Os dados climatológicos foram obtidos na estação meteorológica do IAPAR, instalada no município de Palotina, no período compreendido entre 2006 a 2011, entre os meses de Abril a Setembro.

O município de Cascavel situa-se a 24° 56' 36" latitude sul e 53° 32' 15" de longitude oeste, a 700 metros de altitude. Localizado na Região 2 de adaptação de cultivares de trigo, apresentando clima subtropical (Cfa) segundo a classificação de Köppen, com temperaturas do ar médias anuais variando entre 20 a 21°C e totais de chuvas entre 1800 a 2000 mm anual (CAVIGLIONE et al., 2000). O solo do local é um LATOSSOLO VERMELHO DISTROFÉRICO TÍPICO (EMBRAPA, 2006). Os dados climatológicos foram obtidos na estação meteorológica do Instituto Tecnológico Simepar, localizada no município de Cascavel, no período compreendido entre 2007 a 2011, nos meses entre Abril a Setembro.

O delineamento experimental utilizado foi em blocos ao acaso com parcelas constituídas de 6 linhas com 5 m de comprimento, espaçadas em 0,20 m entre linhas. Para o município de Palotina o esquema fatorial foi 13 x 4, repetidos durante 6 safras agrícolas entre 2006 a 2012, sendo que o primeiro fator refere-se aos 13 cultivares de trigo e o segundo fator refere-se as 4 datas de semeadura (05 e 15 de Abril e 05 e 25 de Maio). Em Cascavel o esquema fatorial foi 13 x 3, repetidos durante 5 safras agrícolas entre 2007 a 2011, cujos tratamentos foram constituídos de 13 cultivares de trigo e 3 datas de semeadura (25 de Abril, 15 e 25 de Maio).

Para instalação do experimento utilizou-se o sistema de semeadura direta, realizado mecanicamente. A densidade de semeadura utilizada foi de 360 sementes viáveis por metros quadrado para todos os cultivares. Antes da semeadura as sementes foram tratadas com Triadimenol (0,5 mg kg⁻¹) + Imidacloprid (0,48 g kg⁻¹). Para todas as safras agrícolas as datas da

semeadura foram transformadas em Dias Julianos (DJ), que são obtidos por meio da contagem dos dias do ano de forma sequencial (Tabela 1).

Tabela 1: Datas da semeadura em Dias Julianos nas safras agrícolas de 2006 a 2011 em Palotina e de 2007 a 2011 em Cascavel. (COODETEC / PPGA - Unioeste).

Cidades	Safras	Data do Ano	Dias Julianos
Palotina	2006 a 2011	05 / Abril	95
		15 / Abril	105
		05 / Maio	125
		25 / Maio	145
Cascavel	2007 a 2011	25 / Abril	115
		15 / Maio	135
		25 / Maio	145

A adubação foi realizada de acordo com a necessidade verificada pela análise de solo de cada local e o controle de plantas daninhas foi mecânico e químico, de acordo com a ocorrência das plantas invasoras. Ao detectar o número mínimo de insetos capazes de provocar prejuízo à cultura do trigo foi realizado o controle químico de pragas. O controle de doenças foi realizado ao verificar o aparecimento dos sintomas, incidência e severidade nas plantas de trigo utilizando o controle químico conforme recomendações técnicas (COODETEC, 2010).

Para a realização deste trabalho foram utilizados dados de cultivares de ciclo precoce CD 105, CD 114, CD 117 e CD 118, variando de 115 a 120 dias da emergência à maturação fisiológica e de ciclo médio, CD 113, CD 115, CD 119, CD 120, CD 121, CD 122, CD 123, CD 124 e Onix, variando de 120 a 141 dias da emergência a maturação fisiológica. No Estado do Paraná os cultivares CD 115, CD 119, CD 120, CD 121, CD 122, CD 123 e CD 124 são mais adaptados as Regiões 1 e 2 de cultivo de trigo. Os cultivares CD 105, CD 114, CD 117, CD 118 e Onix são adaptados as Regiões 1, 2 e 3. Os dados utilizados para a análise foram: totais de dias transcorridos da semeadura ao espigamento e a maturação fisiológica e do espigamento a maturação fisiológica, juntamente com o acúmulo de graus-dia para estes períodos, além do rendimento de grãos e peso hectolitro (PH). A análise do PH foi determinada de acordo com as Regras de Análise de Sementes (BRASIL, 1992) e os resultados expressos em kg hL^{-1} .

Os graus-dia acumulados (GD) em cada fase de desenvolvimento da cultura do trigo

foram obtidos por meio da seguinte equação utilizada por Oliveira et al. (2011). A equação utiliza o número de dias do período considerado, a temperatura do ar média observada no mesmo período e a temperatura mínima basal de crescimento da cultura.

$$GD = \sum_{i=1}^n (Ti - Tb)$$

Em que:

Ti = temperatura média diária (°C);

Tb = temperatura base 5°C (Streck e Alberto, 2006).

n = número de dias do período considerado.

Os dados coletados foram analisados separadamente para cada localidade e submetidos à análise de variância, ocorrendo interação significativa cultivares x datas de semeadura, procederam-se os desdobramentos necessários para os parâmetro avaliado. As médias foram comparadas pelo teste de agrupamento de médias de Scott e Knott (1974) para avaliação dos efeitos de cultivares, e por análise de regressão para verificar o comportamento dos parâmetros, em função das datas de semeadura, para cada cultivar, a 5% de probabilidade.

A análise conjunta dos dados foi realizada uma vez que a razão entre o maior e o menor quadrado médio residual não foi superior a sete (PIMENTEL GOMES, 2009). Também foram realizadas análises de correlação entre os parâmetros avaliados. O processamento de dados e a análise estatística foram realizados com o uso dos programas estatísticos SAS[®] (SAS INSTITUTE, 2002) e SISVAR (FERREIRA, 2011).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Experimento em Palotina - PR

Nas Figuras 2 (a e b), observa-se a variação média mensal das temperaturas mínimas, máximas e médias do ar e total de precipitação pluvial, em Palotina.

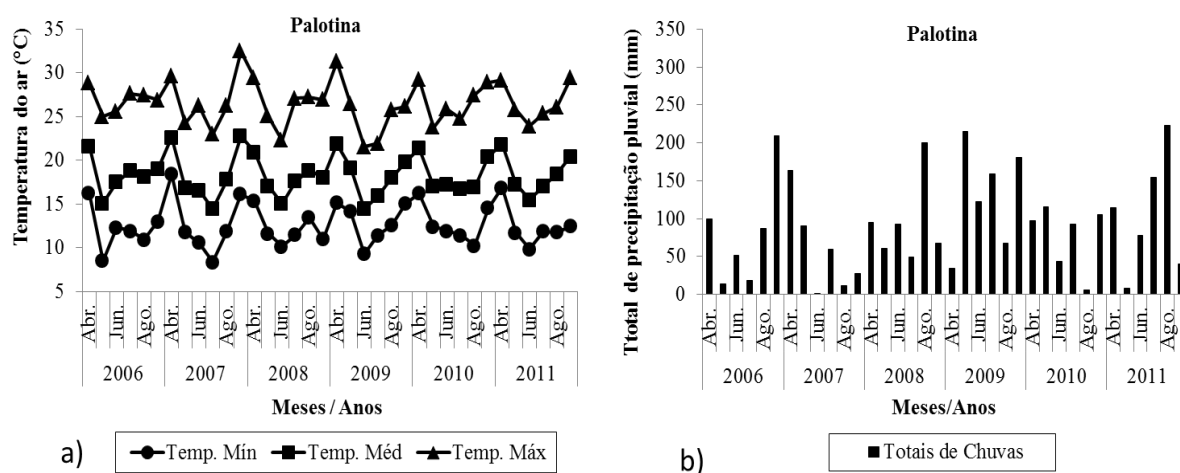


Figura 2: (a) - Valores médios mensais de temperaturas mínimas, máximas e médias do ar (°C), nos meses de Abril a Setembro, entre 2006 a 2011. (b) - Total de precipitação pluvial (mm), nos meses de Abril a Setembro, entre 2006 a 2011. (COODETEC / PPGA - Unioeste).

Na Figura 2a, verifica-se que a temperatura média mensal do ar para Palotina variou entre 14,4°C, observada nos meses de Junho e Julho em 2009 e 2007, respectivamente e 22,7°C no mês de Setembro em 2007. Com relação ao total de precipitação pluvial, o menor valor de total foi observado para o mês de Junho no ano de 2007 (1,3 mm) e o maior para o mês de Agosto (222,8 mm) em 2011 (Figura 2b).

A análise conjunta dos dados revelou que a interação cultivares x datas de semeadura foi significativa ($P < 0,05$) apenas para: período da semeadura ao espigamento e a maturação fisiológica e acúmulo de graus-dia até o espigamento, indicando que houve resposta diferencial dos cultivares, em relação as datas de semeadura. As Tabelas de 2 a 4 apresentam os resultados do desdobramento dos cultivares dentro de cada época de semeadura nas safras agrícolas de 2006 a 2011.

Como se observa na Tabela 2 a média de dias da semeadura ao espigamento para os cultivares em cada época atingiu maiores valores para a terceira e quarta época de 65 e 66

dias, respectivamente. A média geral para os 13 cultivares nas quatro épocas foi de 64 dias, apresentando um coeficiente de variação de 5,91%, indicando baixa dispersão dos dados.

Tabela 2: Duração média do período da semeadura ao espigamento (dias) de treze cultivares de trigo, em quatro datas de semeadura, nas safras agrícolas de 2006 a 2011, em Palotina. (COODETEC / PPGA - Unioeste).

Cultivares	Datas de semeadura (Dias Julianos)				Média
	95	105	125	145	
CD 105	57 D	61 D	62 D	59 D	60
CD 113	50 E	53 E	57 E	60 D	55
CD 114	69 B	67 C	66 C	62 D	66
CD 115	66 C	64 C	66 C	63 D	65
CD 117	57 D	59 D	62 D	63 C	60
CD 118	64 C	65 C	67 C	64 C	65
CD 119	59 D	62 D	64 C	65 C	63
CD 120	57 D	59 D	63 D	65 C	61
CD 121	74 A	75 A	71 B	67 C	72
CD 122	70 B	70 B	71 B	69 B	70
CD 123	54 E	54 E	58 E	69 B	59
CD 124	77 A	74 A	77 A	70 B	74
ONIX	61 D	61 D	65 C	76 A	66
Média	63 b	63 B	65 a	66 a	
Média	64				
CV(%)	5,91				

Médias seguidas de mesma letra maiúscula, na coluna e de mesma letra minúscula na linha, pertencem a um mesmo grupo, de acordo com o critério de agrupamento de Scott e Knott (1974) a 5% de probabilidade.

Os cultivares que apresentaram um aumento no número de dias do período compreendido entre a semeadura e o espigamento, especialmente para a semeadura a partir do DJ 105 (15 de Abril) foram os cultivares CD113, CD 117, CD 119, CD 120, CD 123 e Onix (Tabela 2). Esse aumento no número de dias para o período da semeadura ao espigamento pode ter ocorrido pela redução da temperatura do ar, observada na Figura 2a, nos meses de Maio a Julho. O fator ambiental considerado mais importante para a cultura do trigo, afetando o desenvolvimento da cultura durante seu ciclo é a temperatura do ar. Baixas temperaturas do

ar observadas no período que se estende da emergência ao espigamento apresentam maior efeito sobre a cultura. O desenvolvimento da cultura é limitado quando ocorrerem temperaturas inferiores a 5 °C (temperatura mínima basal do trigo), paralisando o crescimento da cultura tornando o ciclo mais longo (RIBEIRO et al., 2009; JUNGUES et al., 2008; STRECK e ALBERTO, 2006).

A condição hídrica provavelmente não interferiu aumentando o período compreendido entre a semeadura ao espigamento, de acordo com o balanço hídrico realizado para Palotina nos anos de 2006 a 2011, segundo a metodologia de Thornthwaite e Mather (1955). A deficiência hídrica máxima ocorreu em 2006, atingindo 9,5 mm para o período entre a semeadura e o espigamento. Para o trigo, uma possível deficiência hídrica até o espigamento acima de 12,21 mm é prejudicial à cultura (OVIDO et al., 2001).

A média geral de dias transcorridos da semeadura a maturação fisiológica para todos os cultivares e datas de semeadura foi de 120 (Tabela 3), assim como no período da semeadura ao espigamento, os dados apresentaram baixa dispersão cujo o coeficiente de variação foi de 3,17%.

Para os cultivares semeados aos DJ 145 (25 de Maio), observa-se que não houve formação de diferentes grupos, em relação aos números médios de dias da semeadura a maturação fisiológica (Tabela 3). De forma geral, as alterações nos períodos da semeadura a maturação fisiológica são constantes, as diferenças consideráveis ocorrem no período da semeadura ao espigamento, período que a planta fica mais sensível as adversidades (AUDE et al., 1994). Entretanto, observa-se também para os cultivares semeados aos DJ 145 (25 de Maio), uma redução no número de dias transcorridos da semeadura a maturação fisiológica em relação à primeira data de semeadura aos DJ 95 (05 de Abril), podendo ser em decorrência da baixa disponibilidade hídrica observada nos meses de Maio a Setembro (Figura 2b), apresentando deficiência hídrica máxima da semeadura a maturação fisiológica de 41,4 mm em 2007, segundo a metodologia de Thornthwaite e Mather (1955). Podendo reduzir a duração do ciclo da cultura e a produtividade (CUNHA et al., 2009; PEDRO JÚNIOR et al., 2004).

Tabela 3: Duração média do período da semeadura a maturação fisiológica (dias) de treze cultivares de trigo, em quatro datas de semeadura, nas safras agrícolas de 2006 a 2011, em Palotina. (COODETEC / PPGA - Unioeste).

Cultivares	Datas de semeadura (Dias Julianos)				Média
	95	105	125	145	
CD 105	118 D	119 C	118 C	114	117
CD 113	115 D	116 C	116 C	112	115
CD 114	123 B	123 B	118 C	116	120
CD 115	126 B	125 B	119 C	119	122
CD 117	120 C	121 C	117 C	114	118
CD 118	122 C	123 B	118 C	116	120
CD 119	119 C	123 B	119 C	117	119
CD 120	116 D	117 C	116 C	113	116
CD 121	131 A	133 A	124 B	117	126
CD 122	125 B	129 A	121 C	115	123
CD 123	116 D	119 C	119 C	116	117
CD 124	130 A	131 A	130 A	121	128
ONIX	121 C	120 C	119 C	117	119
Média	122 a	123 a	120 b	116 c	
Média			120		
CV(%)			3,17		

Médias seguidas de mesma letra maiúscula, na coluna e de mesma letra minúscula na linha, pertencem a um mesmo grupo, de acordo com o critério de agrupamento de Scott e Knott (1974) a 5% de probabilidade.

As somas térmicas do período da semeadura ao espigamento para diferentes cultivares de trigo estão apresentadas na Tabela 4. Os cultivares CD 124 e CD 113 apresentaram maior e menor acúmulo de graus-dia, respectivamente, para as quatro datas de semeadura até o espigamento (Tabela 4).

Na semeadura realizada aos DJ 95 (05 de Abril) o cultivar CD 124 acumulou 1033 graus-dia da semeadura ao espigamento, para as semeaduras aos DJ 105 (15 de Abril) e DJ 125 (05 de Maio) a soma térmica para o mesmo período foi de 917 graus-dia para as duas datas de semeadura, apresentando uma redução na quarta época em 25 de Maio (DJ 145) acumulando 900 graus-dia até o espigamento. Já o cultivar CD 113 apresentou menor soma térmica da semeadura ao espigamento para as quatro datas de semeadura acumulando 740,

680, 675 e 717 graus-dia, respectivamente (Tabela 4). Resultados semelhantes a esses foram relatados por Aude et al. (1994), ao avaliar cultivares de trigo produzidos em duas localidades no Estado do Rio Grande do Sul. Os valores de graus-dia acumulados até o espigamento dependem diretamente do número de dias transcorridos da semeadura ao espigamento e das temperaturas médias observadas nesse período. Se as temperaturas médias forem altas a planta acumulará maior valor de graus-dia e necessitará de um menor número de dias para atingir determinada fase fenológica, e se as temperaturas médias forem baixas, ou abaixo da mínima basal esse acúmulo de graus-dias será reduzido e a planta necessitará de um maior número de dias para atingir a fase fenológica desejada.

Tabela 4: Médias do acúmulo de graus-dia da semeadura ao espigamento de treze cultivares de trigo, em quatro datas de semeadura de 2006 a 2011, em Palotina. (COODETEC / PPGA - Unioeste).

Cultivares	Datas de semeadura (Dias Julianos)				Média
	95	105	125	145	
CD105	820 C	780 C	733 C	730 C	766
CD113	740 C	680 D	675 D	717 C	703
CD114	950 B	860 B	775 C	780 B	842
CD115	920 B	825 B	775 C	790 B	828
CD117	810 C	775 C	725 C	750 C	765
CD118	890 B	833 B	783 C	808 B	829
CD119	830 C	792 C	750 C	790 B	790
CD120	800 C	750 C	742 C	750 C	760
CD121	1000 A	960 A	820 B	810 B	898
CD122	960 B	900 A	850 B	810 B	880
CD123	780 C	713 D	680 D	700 C	718
CD124	1033 A	917 A	917 A	900 A	942
ONIX	860 C	780 C	767 C	775 B	795
Média	876 a	813 b	769 c	778 c	
Média	802				
CV(%)	6,02				

Médias seguidas de mesma letra maiúscula, na coluna e de mesma letra minúscula na linha, pertencem a um mesmo grupo, de acordo com o critério de agrupamento de Scott e Knott (1974) a 5% de probabilidade.

Entre as datas de semeadura para os cultivares avaliados o menor acúmulo de graus-dias até o espigamento se deu aos DJ 125 (05 de Maio) e DJ 145 (25 de Maio), acumulando 769 e 778 graus-dia, respectivamente (Tabela 4). Esta redução do acúmulo de graus-dia se deu provavelmente em função das baixas temperaturas do ar observadas nos meses de Maio a Julho (Figura 2a).

O desdobramento da interação cultivares x datas de semeadura, revelou efeito significativo ($P < 0,05$) por análise de regressão como se observa na Figura 3 (a, b e c), apenas para os cultivares: CD 113 para os dias transcorridos da semeadura ao espigamento em função das datas de semeadura; CD 121 e CD 122 para os dias transcorridos da semeadura a maturação fisiológica em função das datas de semeadura; e CD114, CD 115, CD 118, CD 121 e CD 122 para o acúmulo de graus dia da semeadura ao espigamento em função das datas de semeadura, em Palotina.

A média de duração do período da semeadura ao espigamento para o cultivar CD113 apresentou um comportamento linear crescente em relação à primeira (DJ 95 - 05 de Abril) e a última data de semeadura (DJ 145 - 25 de Maio), cujo valor de R^2 foi de 0,47 (Figura 3a). Aumentando o número de dias para atingir o espigamento (Tabela 2), especialmente a partir da última data de semeadura, período que coincide com temperaturas do ar mais baixas (Figura 2a).

Em relação ao período compreendido entre semeadura e a maturação fisiológica (Figura 3b), os cultivares CD 121 ($R^2 = 0,54$) e CD 122 ($R^2 = 0,30$), apresentaram comportamento linear decrescente em relação à primeira (DJ 95 - 05 de Abril) a última data de semeadura (DJ 145 - 25 de Maio). Portanto, diminui o número de dias para atingir a maturação fisiológica nas semeaduras realizadas nas épocas mais tardias, em que se observaram temperaturas do ar mais baixas (Figura 2a).

O acúmulo de graus-dia observado entre o período da semeadura ao espigamento para os cultivares CD114, CD 115, CD 118, CD 121 e CD 122 apresentou valores de $R^2 = 0,37$, 0,20, 0,18, 0,49 e 0,36, respectivamente (Figura 3c). Para estes cultivares há uma redução do acúmulo de graus-dia da semeadura ao espigamento da primeira (DJ 95) para a última data de semeadura (DJ 145). Desta forma, como o acúmulo de graus-dia da semeadura ao espigamento está na dependência da temperatura do ar a medida que os cultivares são semeados em épocas mais tardias nesta região são expostos a temperaturas do ar mais amenas (Figuras 2a), o que justifica estes resultados (Figura 3c).

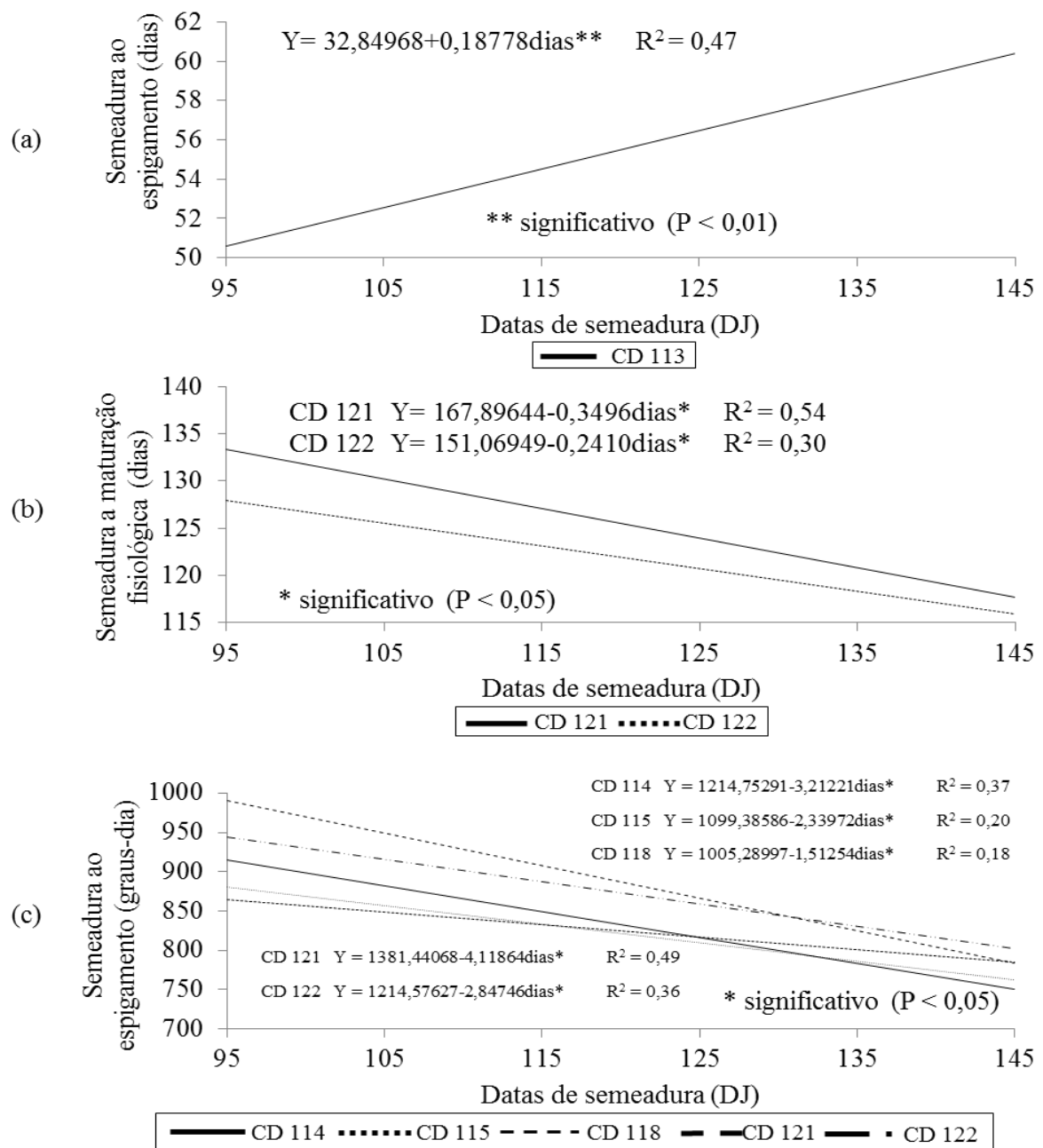


Figura 3: (a) - Médias da duração do período da sementeira ao espigamento (dias) para o cultivar CD 113, em quatro datas de sementeira, nas safras agrícolas de 2006 a 2011; (b) - Médias da duração do período da sementeira a maturação fisiológica (dias) para os cultivares CD 121 e CD 122, em quatro datas de sementeira, nas safras agrícolas de 2006 a 2011; (c) - Médias do acúmulo de graus-dia da sementeira ao espigamento para os cultivares CD 114, CD 115, CD 118, CD 121 e CD 122, em quatro datas de sementeira, nas safras agrícolas de 2006 a 2011. (COODETEC / PPGA - Unioeste).

Para as variáveis que não apresentaram interação significativa ($P < 0,05$), cultivares x datas de sementeira, foi feita a análise conjunta dos dados, com a média das quatro datas de

semeadura para as características: duração média de dias do espigamento a maturação fisiológica, acúmulo de graus-dia até a maturação fisiológica, acúmulo de graus-dia do espigamento a maturação fisiológica, rendimento de grãos e peso do hectolitro, cujos resultados foram apresentados na Tabela 5.

Tabela 5: Duração média do período do espigamento a maturação fisiológica (E-MF), acúmulo de graus-dia do espigamento a maturação fisiológica (E-MF) e da semeadura a maturação fisiológica (S-MF), rendimento de grãos (REND) e peso hectolitro (PH) de treze cultivares de trigo, nas safras agrícolas de 2006 a 2011, em Palotina. (COODETEC / PPGA - Unioeste).

Cultivares	E-MF	Graus-dia acumulados		REND	PH
	(dias)	E-MF	S-MF	(kg ha ⁻¹)	(kg hL ⁻¹)
CD105	57 B	714 B	1450 D	3262 A	78 A
CD113	59 A	746 A	1427 D	3083 B	78 A
CD114	53 C	676 C	1488 C	3339 A	79 A
CD115	57 B	732 B	1527 B	3002 B	76 B
CD117	58 B	730 B	1465 C	3153 B	78 A
CD118	54 C	680 C	1485 C	3175 B	78 A
CD119	57 B	721 B	1484 C	3373 A	79 A
CD120	55 C	700 C	1434 D	3387 A	78 A
CD121	54 C	695 C	1573 A	3042 B	78 A
CD122	53 C	660 C	1518 B	2975 B	79 A
CD123	61 A	755 A	1453 D	3320 A	78 A
CD124	52 C	679 C	1600 A	3234 A	76 B
ONIX	56 B	718 B	1484 C	3114 B	79 A
Épocas (DJ)					
95	59 A	686 B	1557 A	3392 A	78
105	60 A	709 A	1520 B	3288 A	79
125	55 B	690 B	1451 C	3209 A	78
145	51 C	655 C	1428 D	2878 B	77
Média	56	709	1487	3188	78
CV(%)	7,46	7,09	4,10	14,73	2,96

Médias seguidas de mesma letra maiúscula, na coluna, pertencem a um mesmo grupo, de acordo com o critério de agrupamento de Scott e Knott (1974) a 5% de probabilidade.

A duração média do período do espigamento a maturação fisiológica (E-MF) foi de 56 dias, correspondendo a 709 graus-dia acumulados, enquanto que os graus-dia acumulados da semeadura a maturação fisiológica (S-MF) foram em média de 1487.

Entre as datas de semeadura, o acúmulo de graus-dia para os cultivares avaliados variou entre 1557 a 1428 aos DJ 95 (05 de Abril) e aos DJ 145 (25 de Maio), respectivamente. A redução do acúmulo de graus-dia nas datas de semeadura mais tardias, pode ter ocorrido em função da redução da temperatura do ar observada no mês de Maio (Figura 2a), fazendo com que a cultura acumule menor valor de graus-dia.

Em relação à duração do período do espigamento a maturação fisiológica o cultivar CD 124 apresentou o menor número de dias (52) para esse período acumulando 679 graus-dia, enquanto que o CD 123 apresentou o maior número de dias (61) e 755 graus-dia acumulados, resultando em uma diferença de 9 dias do período do espigamento a maturação fisiológica entre estes cultivares.

O acúmulo de graus-dia da semeadura a maturação fisiológica variou de 1427 até 1600 para os cultivares CD 113 e CD 124, respectivamente. Rodrigues et al. (2001), encontraram necessidade de 1117 graus-dia acumulados para cultura do trigo atingir a maturação fisiológica, utilizando temperaturas basais distintas para cada fase de desenvolvimento. Apesar dos cultivares não apresentarem diferença no número de dias da semeadura a maturação fisiológica na semeadura em 25 de Maio (Tabela 3), o espigamento ocorreu em períodos diferentes (Tabela 2), em função dos diferentes ciclos e características de cada cultivar, podendo apresentar respostas diferentes a fatores relacionados à temperatura do ar e a precipitação pluvial, observadas no período vegetativo da cultura.

O rendimento médio de grãos foi de 3188 kg ha⁻¹ ficando acima da produção média do Paraná de 2730 kg ha⁻¹ (CONAB, 2013c), variando de 2975 kg ha⁻¹ (CD 122) a 3387 kg ha⁻¹ (CD 120). Entre as datas de semeadura o rendimento médio de grãos apresentou redução apenas na semeadura realizada aos DJ 145 (25 de Maio) para 2878 kg ha⁻¹. Possivelmente, em decorrência da deficiência hídrica de 35,5 mm observada na safra de 2007 durante período de enchimento de grãos, em que o estresse hídrico é mais prejudicial para a cultura do trigo (OVIEDO et al., 2001).

O peso hectolitro (PH) é utilizado na classificação e comercialização do trigo, estando relacionado a uniformidade, forma, densidade e ao tamanho do grão, e também a presença de impurezas e grãos quebrados na amostra. Para a classificação e comercialização do trigo como tipo 1, o valor mínimo para o peso hectolitro é de 78 kg hL⁻¹ (NUNES et al., 2011). Os únicos cultivares que não apresentaram o valor mínimo do PH foram os cultivares CD 115 e

CD 124 com 76 kg hL⁻¹. A média geral para todos os cultivares foi de 78 kg hL⁻¹, não apresentando diferença do PH para os cultivares semeados nas diferentes datas de semeadura.

De acordo com a Tabela 5, os cultivares que apresentaram um menor período do espigamento a maturação fisiológica, reduzindo o número de dias de exposição da cultura a intempéries no período de enchimento de grãos e boa produtividade foram os cultivares CD 114 (53 dias), CD 120 (55 dias) e CD 124 (52 dias), o que resultou em maior rendimento de grãos de 3339, 3387 e 3234 kg ha⁻¹, respectivamente. Os 13 cultivares avaliados, quando semeados em 05 de Maio (DJ 125) apresentaram o menor período de tempo entre o espigamento e a maturação fisiológica (55 dias). O que resultou em alto rendimento de grãos de 3209 kg ha⁻¹. Que não diferiu dos rendimentos de grãos dos cultivares semeados em 05 de Maio (DJ 95) e 15 de Abril (DJ 105).

Os coeficientes de correlação entre os parâmetros estudados utilizando a média das quatro datas de semeadura foram apresentados na Tabela 6. A correlação positiva de maior magnitude em relação aos parâmetros avaliados foi entre o período da S-MF e os graus-dia acumulados nesse mesmo período, apresentando uma correlação positiva (0,86) sugerindo que quando ocorrer um aumento no número de dias do período da semeadura a maturação fisiológica o mesmo ocorrerá nos graus-dia acumulados nesse período, o que pode ser confirmado pelos resultados apresentados nas Tabelas 3 e 5. Por outro lado os períodos da S-E e do E-MF apresentaram uma correlação negativa (-0,41), indicando que se ocorrer um aumento no número de dias da semeadura ao espigamento, possivelmente em função da ocorrência de baixas temperaturas do ar observadas nesse período (Figura 2a), o número de dias do espigamento a maturação fisiológica reduzirá (Tabela 2 e 5). Por esta razão, se observa que não há aumento expressivo do número total de dias do ciclo da cultura para os cultivares avaliados.

O rendimento de grãos apresentou uma correlação positiva (0,34) para os parâmetros E-MF e PH (0,51). O peso médio da semente está associado ao maior tempo de duração do período de enchimento dos grãos, período compreendido entre o espigamento e a maturação fisiológica (SILVA et al., 2003). O rendimento está diretamente correlacionado com o período do E-MF, porém um maior período entre o E-MF expõe a cultura a adversidades, podendo acarretar em perdas na produção final dos grãos.

O PH apresentou correlação negativa com o acúmulo de graus-dia da S-MF (-0,22), indicando que se ocorrer um aumento no acúmulo de graus-dia da S-MF haverá redução no PH. O aumento no acúmulo de graus-dia pode ocorrer em função da redução da temperatura do ar, fazendo com que a planta aumente o número de dias para atingir determinada fase

fenológica acumulando maior valor de graus-dia ao final do ciclo. Porém, se o aumento no número de dias ocorrer no período do E-MF a cultura ficará por mais tempo exposta a adversidades, tais como, ataque de pragas e doenças, excesso ou falta de precipitação pluvial, que acarretará na diminuição do PH. Possivelmente a deficiência hídrica de 35 mm observada no final do ciclo da cultura, conforme se observa no anexo 17 especialmente para o ano de 2007, pode ter contribuído para diminuir o valor do PH em decorrência da redução do tamanho e da massa dos grãos (GUARIENTI et al., 2005).

Tabela 6: Coeficiente de correlação de duração dos períodos (dias), graus-dia acumulados, rendimento de grãos (REND) e peso hectolitro (PH), nas safras agrícolas de 2006 a 2011, em Palotina. (COODETEC / PPGA - Unioeste).

		Duração (dias)		Graus-dia acumulados			REND	PH
Parâmetros		S-MF	E-MF	S-E	S-MF	E-MF	(kg ha ⁻¹)	(kg hL ⁻¹)
Duração (dias)	S-E	0,60**	-0,41**	0,77**	0,49**	-0,33**	-0,15*	-0,08 ^{ns}
	S-MF		0,48**	0,69**	0,86**	0,28**	0,15*	-0,09 ^{ns}
	E-MF			-0,06 ^{ns}	0,44**	0,68**	0,34**	-0,02 ^{ns}
Graus-dia acumulados	S-E				0,72**	-0,30**	-0,02 ^{ns}	-0,09 ^{ns}
	S-MF					0,41**	0,07 ^{ns}	-0,22**
	E-MF						0,12*	-0,17**
REND								0,51**

^{ns} Não significativo, * Significativo a 5% de probabilidade, ** Significativo a 1% de probabilidade, (S-E) período da semeadura ao espigamento, (S-MF) período da semeadura a maturação fisiológica, (E-MF) período do espigamento a maturação fisiológica.

4.2 Experimento em Cascavel – PR

Nas Figuras 4 (a e b), observa-se a variação média mensal das temperaturas mínimas, máximas e médias do ar e total de precipitação pluvial, em Cascavel.

Como se observa na Figura 4a, o valor médio da temperatura do ar mínima ocorreu no mês de Junho (14,2°C) em 2009. No mês de Setembro foi observado o maior valor médio de temperatura do ar (22,7°C) para o ano de 2007. O total de precipitação pluvial variou entre 8,4 mm para os meses de Junho e Setembro no ano de 2007 e 302,8 mm em Abril de 2010 (Figura 4b).

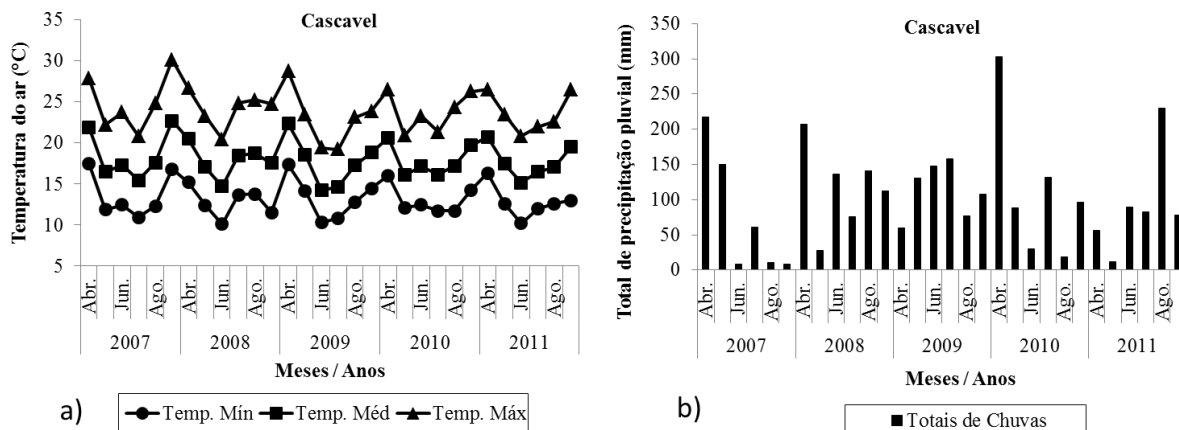


Figura 4: (a) - Valores médios mensais de temperaturas mínimas, máximas e médias do ar (°C), nos meses de Abril a Setembro, entre 2007 a 2011. (b) - Total de precipitação pluvial (mm), nos meses de Abril a Setembro entre 2007 a 2011. (COODETEC / PPGA - Unioeste).

A interação cultivares x datas de semeadura verificada pela análise conjunta dos dados foi significativa ($P < 0,05$) somente para o período da semeadura ao espigamento, o que indica diferentes respostas dos cultivares nas distintas datas de semeadura, nas safras agrícolas de 2007 a 2011.

O desdobramento da interação dos cultivares dentro de cada época de semeadura foram apresentados na Tabela 7. A média geral do número de dias para os cultivares atingirem o espigamento nas três datas de semeadura foi de 71 dias (Tabela 7), apresentando um número médio de dias da semeadura ao espigamento maior em relação à Palotina (Tabela 2). Este resultado pode ser relacionado a temperaturas médias do ar mais baixas observadas em Cascavel, especialmente no mês de Junho com média de 15,7°C para o período estudado (Figura 4a), o que resulta em aumento do número de dias da semeadura ao espigamento.

Para o período de dias compreendidos entre a semeadura e o espigamento houve um aumento de 69 para 72 dias entre os cultivares semeados no DJ 115 e 145, respectivamente. O aumento do período compreendido entre a semeadura e o espigamento pode estar relacionado aos menores valores de temperatura do ar observadas em Cascavel a partir da semeadura em 25 de Maio (DJ 145), como se observa na Figura 4a. Já que neste período a deficiência hídrica foi de 5,7 mm em Junho de 2007, inferior aos 12,21 mm encontrados por Oviedo et al. (2001) que causa prejuízos à cultura do trigo.

O cultivar CD 124 (Tabela 7) apresentou o maior número de dias da semeadura ao espigamento para as três datas de semeadura (25 de Abril, 15 de Maio e 25 de Maio), cujos valores foram 74, 77 e 82 dias, respectivamente. Para os cultivares semeados no DJ 145 (25

de Maio) em Cascavel, o número médio de dias da semeadura ao espigamento foi de 72 dias, enquanto que para Palotina foi de 66 dias (Tabela 2). No período de Maio a Julho as temperaturas médias mensais do ar em Cascavel (Figura 4a) foram de 17,1, 15,7 e 16,2°C, respectivamente, sendo inferiores às observadas em Palotina nesse mesmo período (Figura 2a). O aumento do número médio de dias da semeadura ao espigamento para os cultivares semeados especialmente na última data de semeadura DJ 145 (25 de Maio), ocorreram possivelmente pela característica genética de cada cultivar, respondendo diferentemente a condições ambientais especialmente relacionadas a baixas temperaturas do ar (VIGANÓ et al. 2011).

Tabela 7: Duração média do período da semeadura ao espigamento (dias) de treze cultivares de trigo, em três datas de semeadura, nas safras agrícolas de 2007 a 2011, em Cascavel. (COODETEC / PPGA - Unioeste).

Cultivares	Datas de semeadura (Dias Julianos)			Média
	115	135	145	
CD 105	65 C	68 B	68 D	67
CD 113	62 D	66 C	68 D	65
CD 114	69 B	70 A	71 C	70
CD 115	71 A	72 A	74 B	72
CD 117	66 C	70 A	77 B	71
CD 118	71 A	72 A	72 C	72
CD 119	69 B	73 A	74 B	72
CD 120	67 B	71 A	72 C	70
CD 121	73 A	73 A	72 C	73
CD 122	73 A	72 A	71 C	72
CD 123	62 D	64 C	64 D	63
CD 124	74 A	77 A	82 A	78
ONIX	68 B	73 A	74 B	72
Média	69 c	71 b	72 a	
Média	71			
CV(%)	3,91			

Médias seguidas de mesma letra maiúscula, na coluna e de mesma letra minúscula na linha, pertencem a um mesmo grupo, de acordo com o critério de agrupamento de Scott e Knott (1974) a 5% de probabilidade.

A análise de regressão para o desdobramento dos dados da interação dos cultivares x datas de semeadura, revelou efeito significativo ($P < 0,05$) apenas para o cultivar CD 117 em que o período de dias entre a semeadura e o espigamento em função das datas de semeadura aumentou linearmente ($R^2 = 0,44$) como se observa na Figura 5. Portanto, para este cultivar, semeaduras mais tardias implicam em maior período de tempo entre a semeadura e o

espigamento, consequência das menores temperaturas do ar observadas a partir de 25 de Maio (Figura 4a).

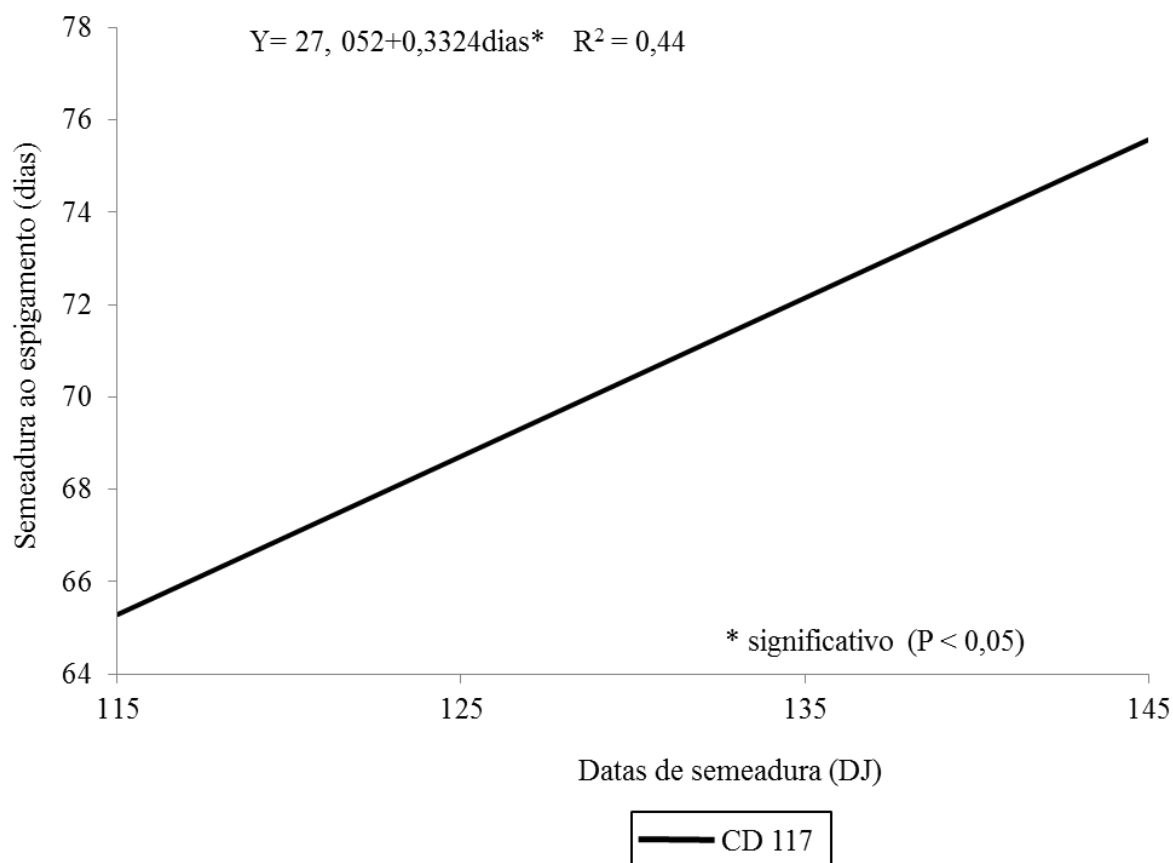


Figura 5: Médias da duração do período da semeadura ao espigamento (dias) para o cultivar CD 117, em três datas de semeadura, nas safras agrícolas de 2007 a 2011. (COODETEC / PPGA - Unioeste).

Para as variáveis: duração média de dias da semeadura a maturação fisiológica, do espigamento a maturação fisiológica, acúmulo de graus-dia até o espigamento e a maturação fisiológica, acúmulo de graus-dia do espigamento a maturação fisiológica, rendimento de grãos e peso hectolitro, não houve interação significativa ($P < 0,05$) cultivares x datas de semeadura, procedendo a análise conjunta dos dados com a média das três datas de semeadura (Tabela 8).

Tabela 8: Duração média do período da semeadura a maturação fisiológica (S-MF) e do espigamento a maturação fisiológica (E-MF), acúmulo de graus-dia da semeadura ao espigamento (S-E) e a maturação fisiológica (S-MF) e do espigamento a maturação fisiológica (E-MF), rendimento de grãos (REND) e peso hectolitro (PH) de treze cultivares de trigo, nas safras agrícolas de 2007 a 2011, em Cascavel. (COODETEC / PPGA - Unioeste).

Cultivares	S-MF	E-MF	Graus-dia acumulados			REND	PH
	(dias)		S-E	S-MF	E-MF	(kg ha ⁻¹)	(kg hL ⁻¹)
CD105	124 B	57 A	741 C	1490 A	749 A	4005	76 A
CD113	121 B	56 A	718 D	1436 B	718 A	3742	76 A
CD114	122 B	52 B	774 B	1456 B	681 B	3765	77 A
CD115	126 A	54 A	804 A	1523 A	719 A	3074	74 B
CD117	127 A	57 A	777 B	1535 A	758 A	3545	76 A
CD118	126 A	54 A	796 A	1515 A	720 A	3341	76 A
CD119	126 A	55 A	796 A	1519 A	723 A	3507	77 A
CD120	123 B	53 B	773 B	1472 B	698 B	3488	77 A
CD121	123 B	50 B	807 A	1474 B	667 B	3577	76 A
CD122	122 B	50 B	800 A	1464 B	663 B	3575	78 A
CD123	120 B	57 A	700 D	1426 B	725 A	3422	76 A
CD124	127 A	50 B	834 A	1531 A	696 B	3560	73 B
ONIX	125 A	53 B	794 A	1494 A	700 B	3653	76 A
Época (DJ)							
115	125 A	57 A	783 A	1487	704	3539	77 A
135	123 B	53 B	782 A	1489	707	3611	75 B
145	123 B	52 C	763 B	1484	721	3501	76 A
Média	124	54	776	1487	711	3550	76
CV(%)	2,87	9,20	5,14	3,41	8,59	17,15	3,19

Médias seguidas de mesma letra maiúscula, na coluna, pertencem a um mesmo grupo, de acordo com o critério de agrupamento de Scott e Knott (1974) a 5% de probabilidade.

A duração média do período da semeadura a maturação fisiológica foi de 124 dias, variando entre 120 (CD 123) e 127 dias (CD117 e CD124), como pode ser observado na Tabela 8. Tanto para Cascavel como para Palotina, os cultivares apresentaram maiores variações no número de dias da semeadura ao espigamento (Tabelas 2 e 7) quando comparado ao número de dias entre a semeadura e a maturação fisiológica. O acúmulo de graus-dia

médio da semeadura a maturação fisiológica foi de 1487, o mesmo valor observado em Palotina (Tabela 5).

Para os cultivares CD 121, CD 122 e CD 124 o período entre o E-MF foi de 50 dias, o que resultou em graus-dia acumulados para o período de 667, 663 e 696, respectivamente. Este período foi de 57 dias para os cultivares CD 105, CD 117 e CD 123 resultando em graus-dia acumulados de 749, 758 e 725, respectivamente.

Os cultivares semeados em 25 de Maio em Cascavel necessitaram em média 52 dias entre o E-MF. Os cultivares semeados nesta data em Cascavel encontravam-se no período de enchimento de grãos entre os meses de Agosto a Setembro. A temperatura média do ar nestes 5 anos no mês de Setembro foi de 19,7°C. Um dos fatores que podem influenciar na duração do período do enchimento de grãos é o aumento da temperatura do ar, que elevará a taxa de enchimento dos grãos e reduzirá substancialmente a duração do período entre o espigamento e a maturação fisiológica (NEDEL et al. 1999).

O acúmulo médio de graus-dia da semeadura ao espigamento foi de 776 graus dia. Dentre os cultivares avaliados o CD 124 apresentou o maior acúmulo de graus-dia de 834 (Tabela 8). Para rendimento de grãos não houve diferença estatística entre cultivares e nem entre épocas de semeadura. Em Cascavel o rendimento médio de grãos foi de 3550 kg ha⁻¹ contra 3188 kg ha⁻¹ obtidos em Palotina. Este rendimento médio de grãos ficou acima dos valores observados para o Estado do Paraná de 2730 kg ha⁻¹ (CONAB, 2013c). Mesmo tendo sido observadas diferenças significativas no período de tempo e em graus-dia acumulados entre o espigamento e a maturação fisiológica.

O peso hectolitro dos cultivares avaliados variou de 73 kg hL⁻¹ (CD 124) a 78 kg hL⁻¹ (CD 122) (Tabela 8). A média geral foi de 76 kg hL⁻¹, valor abaixo da média do PH verificado em Palotina (Tabela 5).

Na Tabela 9 foram apresentados os coeficientes de correlação entre os parâmetros avaliados utilizando a média das três datas de semeadura. Os períodos da S-E e do E-MF foram as variáveis que apresentaram forte correlação negativa (-0,60) tal como observado para Palotina (Tabela 6). Portanto com aumento no número de dias da S-E, o período compreendido entre o E-MF diminuirá, não alterando o número total de dias do ciclo da cultura, como pode ser observado nas Tabelas 7 e 8. A forte correlação positiva foi observada entre os períodos da S-MF e os graus-dia acumulados nesse período (0,77), sendo também a correlação mais significativa observada para Palotina (Tabela 6), resultante do tempo que a cultura permanece no campo.

O rendimento de grãos apresentou correlação positiva com o período do E-MF (0,29)

como se observa na Tabela 9, resultado também observado para Palotina (Tabela 6). Para variável PH observa-se uma correlação negativa significativa (-0,49) com o período da S-E, o que sugere que um aumento no número de dias da S-E provoca redução no PH. O aumento no número de dias da S-E provoca redução no número de dias no período do E-MF, confirmado pela correção negativa significativa de -0,60 observada para essas variáveis. A redução do PH possivelmente ocorreu pela diminuição do número de dias do E-MF, período que corresponde ao enchimento de grãos e comprovado pela correlação significativa positiva de 0,35 da variável PH com o período do E-MF (Tabela 9).

Tabela 9: Coeficiente de correlação de duração dos períodos (dias), graus-dia acumulados, rendimento de grãos (REND) e peso hectolitro (PH), nas safras agrícolas de 2007 a 2011, em Cascavel. (COODETEC / PPGA - Unioeste).

Parâmetros		Duração (dias)		Graus-dia acumulados			REND	PH
		S-MF	E-MF	S-E	S-MF	E-MF	(kg ha ⁻¹)	(kg hL ⁻¹)
Duração (dias)	S-E	0,39**	-0,60**	0,71**	0,27*	-0,35**	-0,39**	-0,49**
	S-MF		0,50**	0,40**	0,77**	0,37**	-0,09 ^{ns}	-0,13 ^{ns}
	E-MF			-0,32**	0,41**	0,66**	0,29*	0,35**
Graus-dia acumulados	S-E				0,38**	-0,50**	-0,16*	-0,45**
	S-MF					0,61**	-0,15*	0,02 ^{ns}
	E-MF						-0,10 ^{ns}	0,40 ^{ns}
	REND							0,18*

^{ns} Não significativo, * Significativo a 5% de probabilidade, ** Significativo a 1% de probabilidade, (S-E) período da semeadura ao espigamento, (S-MF) período da semeadura a maturação fisiológica, (E-MF) período do espigamento a maturação fisiológica.

5 CONCLUSÕES

Os resultados indicam que a duração média do período da semeadura ao espigamento foi de 64 dias para Palotina e 71 dias para Cascavel. Para o período do espigamento a maturação fisiológica a duração média foi de 56 dias para Palotina e 54 dias para Cascavel.

O aumento na duração do período da semeadura ao espigamento para cultivares semeados em 25 de Maio (DJ 145) ocorreu em virtude da diminuição da temperatura do ar.

O acúmulo médio de graus-dia entre o período da semeadura a maturação fisiológica foi de 1487 para as duas localidades.

Os cultivares que destacaram-se, apresentando um menor período do espigamento a maturação fisiológica e com boa produtividade foram os cultivares CD 114, CD 120 e CD 124 para Palotina e CD 114, CD 120, CD 121, CD 122, CD 124 e Onix para Cascavel.

REFERÊNCIAS

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DO TRIGO. **História do trigo parte 2: A triticultura brasileira**. 2006. Disponível em: <http://www.abitrigo.com.br/historia_do_trigo2a.asp>. Acesso em: 12 de jan. 2013.
- AUDE, M. I. da. S.; BISOGNIN, D. A.; ZANINI, W. Taxa de acúmulo de matéria seca e duração do período de enchimento de grãos do trigo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 28, n. 10, p. 1533-1539, 1994.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento e da Reforma Agrária. Secretaria Nacional de Defesa Agropecuária. **Regras para análise de sementes**. Brasília, DF, 1992. 365 p.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento e da Reforma Agrária. Normativa nº 3, de 14 de outubro de 2008. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**. Brasília, 2008. Seção 1, p. 31.
- BRINHOLI, O. **Cultura do trigo (*Triticum aestivum* L.)**. Botucatu, 1996. 187 p.
- CASTRO, P. R. C.; KLUGE, R. A. **Ecofisiologia de cultivos anuais: trigo, milho, soja, arroz e mandioca**. São Paulo: Nobel, 1999. 126 p.
- CAVIGLIONE, J. H.; KIIHL, L. R. M.; CARAMORI, P. H.; OLIVEIRA, D. **Cartas climáticas do Paraná – edição 2000, versão 1.0**. Londrina: Instituto Agrônômico do Paraná, 2000. (versão em CD ROM).
- COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento de safra brasileira: grãos, nono levantamento, julho 2013 / Companhia Nacional de Abastecimento**. Brasília: Conab, 2013 c. 28 p.
- COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento de safra brasileira: grãos, quinto levantamento, fevereiro 2013 / Companhia Nacional de Abastecimento**. Brasília: Conab, 2013 a. 27 p.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Conjuntura semanal, Trigo – período de 31/12 a 04/01/2014.** Brasília: Conab, 2013. Disponível em: http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/13_01_09_11_50_23_conjunturatrigo3112a04012013.pdf. Acesso em: 12 de jan. 2013 b.

COOPERATIVA CENTRAL DE PESQUISA AGRÍCOLA. **Informações técnicas para o trigo e triticales – safra 2011.** COODETEC, Cascavel, 2010. 170 p.

CUNHA, G. R.; PIRES, J. L.; DALMAGO, G. A.; CAIERÃO, E.; PASINATO, A. Trigo. In: MONTEIRO, J. E. B. A. (Org). **Agrometeorologia dos cultivos: o fator meteorológico na produção agrícola.** Brasília, 2009. 530 p.

DOORENBOS, J.; KASSAM, A.M. **Efeito da água no rendimento das culturas.** Campina Grande: FAO, 1994. (Estudos FAO, Irrigação e Drenagem 33).

DIAS, L. B. **Água nas plantas.** Lavras, 2008. 53 p. Disponível em: http://www.ceapdesign.com.br/pdf/monografias/monografia_agua_nas_plantas_lucia.pdf. Acesso em: 18 de mar. 2013.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Sistema brasileiro de classificação de solos.** Rio de Janeiro, 2006. 306 p.

FANAN, S.; MEDINA, P. F.; LIMA, T. C.; MARCOS FILHO, J. Avaliação do vigor de sementes de trigo pelos testes de envelhecimento acelerado e de frio. **Revista Brasileira de Sementes.** Pelotas, v. 28, n. 2, p. 152-158, 2006.

FELICIO, J. C.; CAMARGO, C. E. O.; GERMANI, R.; FREITAS, J. G. Rendimento e processo germinativo do grão na espiga de genótipos de trigo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira,** Brasília, v. 37, n. 3, p. 289-294, 2002.

FEROLLA, S. F.; VÁSQUEZ, H. M.; SILVA, J. F. C.; VIANA, A. P.; DOMINGUES, F. N.; AGUIAR, R. S. Produção de matéria seca, composição da massa de forragem e relação lâmina foliar/caule + bainha de aveia-preta e triticales nos sistemas de corte e de pastejo. **Revista Brasileira de Zootecnia.** Brasília, v. 36, n. 5, p. 1512–1517, 2007.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**. Lavras, v. 35, n.6, p. 1039-1042, 2011.

GUARIENTI, E. M.; CIACCO, C. F.; CUNHA, G. R.; DEL DUCA, L. J. A.; CAMARGO, C. M. O. Efeitos da precipitação pluvial, da umidade relativa do ar e de excesso e déficit hídrico do solo no peso do hectolitro, no peso de mil grãos e no rendimento de grãos de trigo. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**. Campinas, v. 25, n. 3, p. 412-418, 2005.

JUNGES, A. H.; GUSSO, A.; MELO, R. W.; FONTANA, D. C. Avaliação das perdas de rendimento de trigo na safra 2006 por meio das análises de temperaturas mínimas do ar e de superfície na região norte do Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, v. 16, n. 4, p. 1-8, 2008.

LACERDA, C. F.; ENÉAS FILHO, J.; PINHEIRO, C. B. **Fisiologia Vegetal**. Fortaleza: UFC, 2007, 356 p. Disponível em: http://www.fisiologiavegetal.ufc.br/APOSTILA/APRESENTACAO_DA_APOSTILA.pdf. Acesso em: 18 de fev. 2013.

LARGE, E. C. Growth stages in cereals. Illustration of the Feeks scale. **Plant Pathology**, Oxford, v.3, p. 128-129, 1954.

MANASSO, F. C. Produtividade de soja, trigo e milho e suas relações com a precipitação pluviométrica no município de Apucarana-PR no período de 1968 a 2002. **Geografia**, Londrina, v. 14, n. 1, p. 87-98. 2005.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO - MAPA. **Política agrícola brasileira para a triticultura e demais culturas de inverno / Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento**. Secretaria de Política Agrícola. – Brasília: MAPA/ACS, 2012 a. 54 p.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO - MAPA. **Portarias de Zoneamento Agrícola de Risco Climático / Trigo - Portaria 369/2012**. 2012 b. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/portal/page/portal/Internet-MAPA/pagina-inicial/politica-agricola/zoneamento-agricola/portarias-segmentadas-por-uf>. Acesso em: 19 de mar. de 2013.

MIRANDA, M. Z. **Ensaio de proficiência de trigo e de farinha de trigo**. Embrapa. Documento 88. Passo Fundo, 2007. Disponível em: http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/do/p_do88.htm. Acesso em: 22 de mai. de 2011.

MIRANDA, M. Z.; MORI, C.; LORINI, I. **Qualidade do trigo brasileiro – safra 2004**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2005. 92 p.

MOREIRA, D. R.; CARDOSO, V. J. M. Estresse hídrico e produtividade em *Triticum aestivum* cv. Anahuac e *Triticum Durum* cv. IAC 1003. **Naturalia**, Rio Claro, v. 32, p. 23-34, 2009.

MULLER, L.; MANFRON, P. A.; MEDEIROS, S. L. P.; STRECK, N. A.; MITTELMAN, A.; NETO, D. D.; BANDEIRA, A. H.; MORAIS, K. P. Temperatura base inferior e estacionalidade de produção de genótipos diploides e tetraploides de azevém. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 39, n. 5, p. 1343-1348, 2009.

MUNDSTOCK, C. M. **Planejamento e Manejo integrado da lavoura de trigo**. Porto Alegre: Evangraf, 1999. 227 p.

NEDEL, J. L.; MOLAS GONZALEZ, C. N. E.; PESKE, S. T. Variação e associação de características ligadas à formação do grão de genótipos de trigo. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 56, n. 4, p. 1255-1260, 1999.

NUNES, A. S.; SOUZA, L. C.; MERCANTE, F. M. Adubos verdes e adubação mineral nitrogenada em cobertura na cultura do trigo em plantio direto. **Bragantia**, Campinas, v. 70, n. 2, p.432-438, 2011.

OLIVEIRA, D. M.; SOUZA, M. A.; ROCHA, V. S.; ASSIS, J. C. Desempenho de genitores e populações segregantes de trigo sob estresse de calor. **Bragantia**, Campinas, v.70, n. 1, p.25-32, 2011.

OSÓRIO, E. A. **A cultura do trigo**. São Paulo: Globo, 1992. 218 p.

OVIEDO, A. F. P.; HERZ, R.; RUDORFF, B. F. T. Efeito do estresse hídrico e da densidade

de plantio no uso da radiação e produtividade da cultura do trigo (*Triticum aestivum* L.). **Revista Biociência**, Taubaté, v. 7, n. 1, p. 23-33, 2001.

PEDRO JÚNIOR, M. J.; CAMARGO, M. B. P. de.; MORAES, A. V. de. C.; FELÍCIO, J. C.; CASTRO, J. L. Temperatura-base, graus-dia e duração do ciclo para cultivares de triticales. **Bragantia**, Campinas, v.63, n.3, p.447-453, 2004.

PEREIRA, A.R.; ANGELOCCI, LUIZ R.; SENTELHAS, P.C. **Agrometeorologia: Fundamentos e Aplicações Práticas**. Guaíba, RS: Agropecuária, 2002. 478p.

PIMENTEL GOMES, F. **Curso de estatística experimental**. Piracicaba: FEALQ, 2009. 451 p.

PIPLAU, F. G.; BATTISTI, R.; SOMAVILLA, L.; SCHWERZ, L. Temperatura basal, duração do ciclo e constante térmica para a cultura do crambe. **Bragantia**, Campinas, v. 70, n 4, p. 958-964, 2011.

RIBEIRO, T. L. P.; CUNHA, G. R.; PIRES, J. L. F.; PASINATO, A. Respostas fenológicas de cultivares brasileiras de trigo a vernalização e ao fotoperíodo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 44, n. 11, p. 1383-1390, 2009.

RODRIGUES, O.; DIDONET, A. D.; LHAMBY, J. C. B; ROMAN, E. S. **Modelo para previsão de estádios de desenvolvimento em trigo**. Embrapa Trigo-Circular técnica on line, Passo Fundo, n. 5 2001. Disponível em: <<http://www.cnpt.embrapa.br/publicacoes/puboltri>>. Acesso em: 14 nov. 2012.

RODRIGUES, O.; LHAMBY, J. C. B.; DIDONET, A. D.; MARCHESE, J. A.; SCIPIONI, C. Efeito da deficiência hídrica na produção de trigo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 33, n. 6, p. 839-846, 1998.

SAS INSTITUTE INC. **Statistical Analysis System user's guide. Version 9.0**. Cary, Statistical Analysis System Institute. 2002. 513 p.

SCOTT, A.; KNOTT, M. Cluster-analysis method for grouping means in analysis of variance.

Biometrics. Washington, D.C., v. 30, n. 3, p. 507-512, 1974.

SCHEEREN, P. L.; CUNHA, G. R.; QUADROS, F. J. S.; MARTINS, L. F. **Efeito do frio em trigo. Embrapa Trigo - Comunicado Técnico on line.** Passo Fundo, n. 57, 2000. Disponível em: <http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/p_co57.htm>. Acesso em: 09 jan. 2013.

SILVA, S. A.; CARVALHO, F. I. F. de.; NEDEL, J. L.; CRUZ, P. J.; PESKE, S. T.; SIMIONI, D.; CARGNIN, A. Enchimento e sementes em linhas quase-isogênicas de trigo com presença e ausência do caráter “stay-green”. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 38, n. 5, p. 613-618, 2003.

STRECK, N. A.; ALBERTO, C. M. Estudo numérico do impacto da mudança climática sobre o rendimento de trigo, soja e milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 41, n. 9, p. 1351-1359, 2006.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal.** Porto Alegre: Artmed, 2004. 719 p.

THORNTHWAITE, C.W.; MATHER, J.R. **The water balance.** Centerton, NJ: Drexel Institute of Technology - Laboratory of Climatology, 1955. 104 p.

VIGANÓ, J.; BRACCINI, A. L.; SCAPIN, C. A.; FRANCO, F. de. A., SCHUSTER, I.; MOTERLE, L. M.; TEIXEIRA, L. R.; ROCHA, da. R.. Efeito de anos e épocas de semeadura sobre o desempenho agrônômico e rendimento de cultivares de trigo em Palotina, PR. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 27, n. 2, p. 259-270, 2011.

Anexo 1 – Quadro de análise de variância para Palotina, entre 2006 a 2011, em quatro datas de semeadura, para a variável número de dias da semeadura ao espigamento.

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
Ano	5	3716.499201	743.299840	52.21	<.0001
Epoca	3	23.483864	7.827955	0.55	0.6488
CV	12	7204.861814	600.405151	42.18	<.0001
CV*Epoca	36	799.978054	22.221613	1.56	0.0291
R-Square	Coeff Var (%)	Root MSE	Espig Mean		
0.795569	5.910465	3.773030	63.83643		

Fonte: SAS.

Anexo 2 – Quadro de análise de variância para Palotina, entre 2006 a 2011, em quatro datas de semeadura, para a variável número de dias da semeadura a maturação fisiológica.

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
Ano	5	6571.240092	1314.248018	91.40	<.0001
Epoca	3	3013.311595	1004.437198	69.85	<.0001
CV	12	2304.182020	192.015168	13.35	<.0001
CV*Epoca	36	831.376642	23.093796	1.61	0.0218
R-Square	Coeff Var (%)	Root MSE	Matur Mean		
0.806678	3.168437	3.791995	119.6803		

Fonte: SAS.

Anexo 3 - Quadro de análise de variância para Palotina, entre 2006 a 2011, em quatro datas de semeadura, para a variável número de dias do espigamento a maturação fisiológica.

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
Ano	5	2750.150704	550.030141	31.64	<.0001
Epoca	3	3436.448467	1145.482822	65.89	<.0001
CV	12	1884.849359	157.070780	9.03	<.0001
CV*Epoca	36	426.972818	11.860356	0.68	0.914
R-Square	Coeff Var (%)	Root MSE	Esp-Mat Mean		
0.696292	7.458496	4.169549	55.90335		

Fonte: SAS.

Anexo 4 - Quadro de análise de variância para Palotina, entre 2006 a 2011, em quatro datas de semeadura, para a variável graus-dia acumulados da semeadura ao espigamento.

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
Ano	5	371483.3598	74296.6720	31.80	<.0001
Epoca	3	738108.2734	246036.0911	105.32	<.0001
CV	12	909508.2605	75792.3550	32.44	<.0001
CV*Epoca	36	134311.5338	3730.8759	1.60	0.0231
R-Square	Coeff Var (%)	Root MSE	GDesp Mean		
0.813019	6.024837	48.33308	802.2305		

Fonte: SAS.

Anexo 5 - Quadro de análise de variância para Palotina, entre 2006 a 2011, em quatro datas de semeadura, para a variável graus-dia acumulados da semeadura a maturação fisiológica.

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
Ano	5	614755.3836	122951.0767	33.03	<.0001
Epoca	3	927909.3063	309303.1021	83.10	<.0001
CV	12	410675.9056	34222.9921	9.19	<.0001
CV*Epoca	36	147034.2600	4084.2850	1.10	0.3345
R-Square	Coeff Var (%)	Root MSE	GDmat Mean		
0.726909	4.102859	61.00905	1486.989		

Fonte: SAS.

Anexo 6 - Quadro de análise de variância para Palotina, entre 2006 a 2011, em quatro datas de semeadura para a variável graus-dia acumulados do espigamento a maturação fisiológica.

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
Ano	5	610827.1158	122165.4232	48.37	<.0001
Epoca	3	88240.7666	29413.5889	11.65	<.0001
CV	12	214583.2827	17881.9402	7.08	<.0001
CV*Epoca	36	101130.2130	2809.1726	1.11	0.3149
R-Square	Coeff Var (%)	Root MSE	GDesp-mat Mean		
0.654619	7.086974	50.25428	709.1078		

Fonte: SAS.

Anexo 7 - Quadro de análise de variância para Palotina, entre 2006 a 2011, em quatro datas de semeadura para a variável rendimento.

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
Ano	5	23723018.56	4744603.71	21.53	<.0001
Epoca	3	9917562.47	3305854.16	15.00	<.0001
CV	12	5151417.31	429284.78	1.95	0.0305
CV*Epoca	36	8152955.69	226470.99	1.03	0.4334
R-Square	Coeff Var (%)	Root MSE	REND Mean		
0.501217	14.72649	469.4290	3187.651		

Fonte: SAS.

Anexo 8 - Quadro de análise de variância para Palotina, entre 2006 a 2011, em quatro datas de semeadura para a variável peso hectolitro.

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
Ano	5	1181.950348	236.390070	44.14	<.0001
Epoca	3	21.428584	7.142861	1.33	0.2644
CV	12	174.267931	14.522328	2.71	0.0020
CV*Epoca	36	107.252157	2.979227	0.56	0.9812
R-Square	Coeff Var (%)	Root MSE	PH Mean		
0.566688	2.957535	2.314243	78.24907		

Fonte: SAS.

Anexo 9 - Quadro de análise de variância para Cascavel, entre 2007 a 2011, em três datas de semeadura para a variável número de dias da semeadura ao espigamento.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Ano	4	2197.882643	549.470661	72.674	0.0000
Cv	12	2083.100592	173.591716	22.960	0.0000
Epoca	2	377.941617	188.970809	24.994	0.0000
Cv*epoca	24	315.217357	13.134057	1.737	0.0271
erro	126	952.650690	7.560720		
Total corrigido	168	5926.792899			
CV (%) = 3.91					
Média geral: 70.2899408		Número de observações:		169	
Fonte: Sisvar.					

Anexo 10 - Quadro de análise de variância para Cascavel, entre 2007 a 2011, em três datas de semeadura para a variável número de dias da semeadura a maturação fisiológica.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Ano	4	2012.033531	503.008383	39.775	0.0000
Cv	12	910.366864	75.863905	5.999	0.0000
Epoca	2	205.238659	102.619329	8.115	0.0005
Cv*epoca	24	254.833136	10.618047	0.840	0.6808
Erro	126	1593.433136	12.646295		
Total corrigido	168	4975.905325			
CV (%) = 2.87					
Média geral: 123.9763314		Número de observações:		169	
Fonte: Sisvar.					

Anexo 11 - Quadro de análise de variância para Cascavel, entre 2007 a 2011, em três datas de semeadura para a variável número de dias do espigamento a maturação fisiológica.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Ano	4	1079.357002	269.839250	11.047	0.0000
Cv	12	993.869822	82.822485	3.391	0.0003
Epoca	2	1129.695464	564.847732	23.124	0.0000
Cv*epoca	24	436.027613	18.167817	0.744	0.7975
Erro	126	3077.842998	24.427325		
Total corrigido	168	6716.792899			
CV (%) = 9.20					
Média geral: 53.7100592		Número de observações:		169	
Fonte: Sisvar.					

Anexo 12 - Quadro de análise de variância para Cascavel, entre 2007 a 2011, em três datas de semeadura para a variável graus-dia acumulados da semeadura ao espigamento.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Ano	4	80389.263314	20097.315	12.589	0.0000
Cv	12	222756.686391	18563.057	11.628	0.0000
Epoca	2	11378.450493	5689.225	3.564	0.0312
Cv*epoca	24	47536.903353	1980.704	1.241	0.2207
Erro	126	201155.536686	1596.472		
Total corrigido	168	563216.840237			
CV (%) = 5.14					
Média geral: 778.0828402		Número de observações:		169	
Fonte: Sisvar.					

Anexo 13 - Quadro de análise de variância para Cascavel, entre 2007 a 2011, em três datas de semeadura para a variável graus-dia acumulados da semeadura a maturação fisiológica.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Ano	4	98166.562130	24541.640	9.557	0.0000
Cv	12	204330.946746	17027.578	6.631	0.0000
Epoca	2	523.203156	261.601	0.102	0.9032
Cv*epoca	24	41371.063511	1723.794	0.671	0.8712
Erro	126	323573.171203	2568.041		
Total corrigido	168	667964.946746			
CV (%) = 3.41					
Média geral: 1487.0177515		Número de observações:		169	
Fonte: Sisvar.					

Anexo 14 - Quadro de análise de variância para Cascavel, entre 2007 a 2011, em três datas de semeadura para a variável graus-dia acumulados do espigamento a maturação fisiológica.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Ano	4	100966.395464	25241.598	6.802	0.0001
Cv	12	127898.023669	10658.168	2.872	0.0016
Epoca	2	7542.341617	3771.170	1.016	0.3649
Cv*epoca	24	57315.248126	2388.135	0.643	0.8949
Erro	126	467606.937870	3711.166		
Total corrigido	168	761328.946746			
CV (%) = 8.59					
Média geral: 708.9822485		Número de observações:		169	
Fonte: Sisvar.					

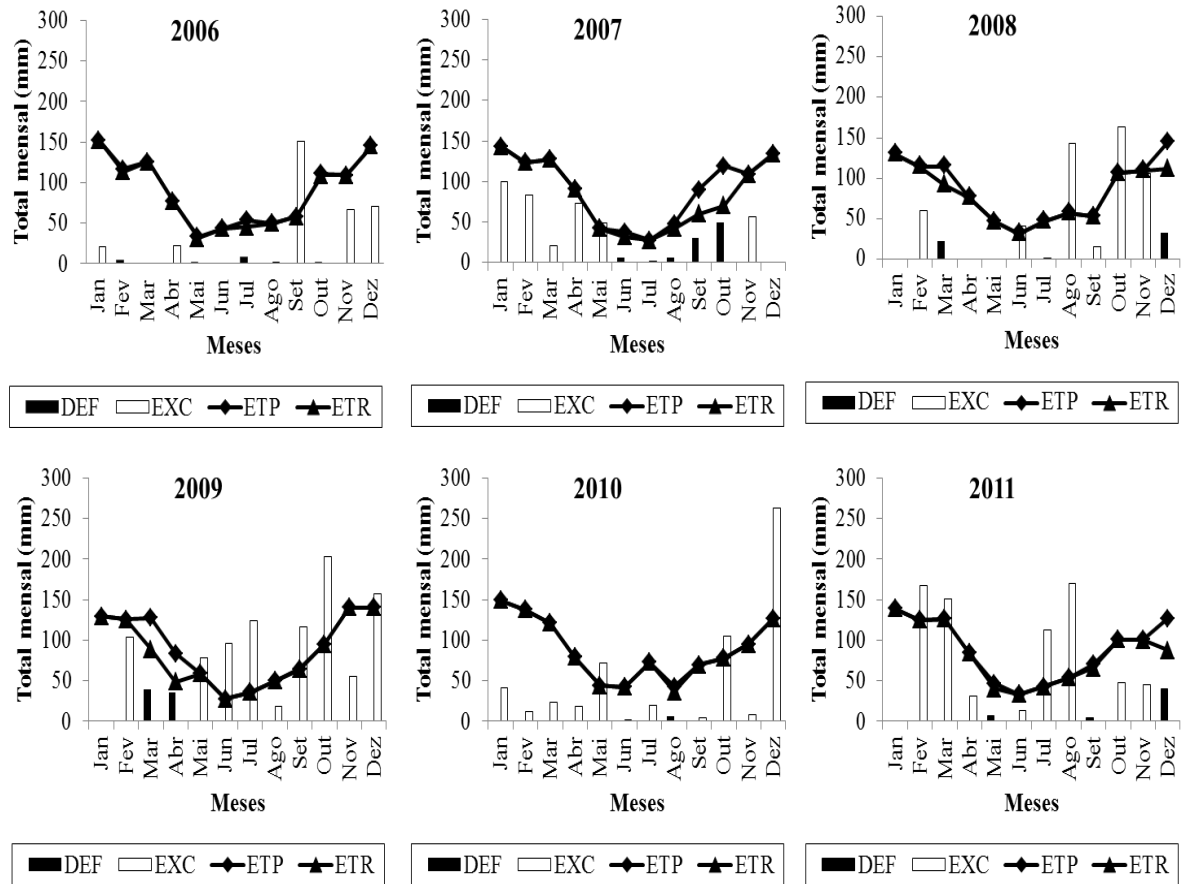
Anexo 15 - Quadro de análise de variância para Cascavel, entre 2007 a 2011, em três datas de semeadura para a variável rendimento.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Ano	4	41982319.921	10495579.98	28.199	0.0000
Cv	12	7720611.715	643384.30	1.729	0.0681
Epoca	2	334945.357	167472.67	0.450	0.6387
Cv*epoca	24	4511736.673	187989.02	0.505	0.9728
Erro	126	46897185.278	372199.88		
Total corrigido	168	101446798.946746			
CV (%) = 17.15					
Média geral: 3558.0177515		Número de observações:		169	
Fonte: Sisvar.					

Anexo 16 - Quadro de análise de variância para Cascavel, entre 2007 a 2011, em três datas de semeadura para a variável peso hectolitro.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Ano	4	532.722880	133.180720	22.719	0.0000
Cv	12	237.325444	19.777120	3.374	0.0003
Epoca	2	55.581854	27.790927	4.741	0.0103
Cv*epoca	24	62.623274	2.609303	0.445	0.9881
Erro	126	738.610454	5.861988		
Total corrigido	168	1626.863905			
CV (%) = 3.19					
Média geral: 75.8875740		Número de observações:		169	
Fonte: Sisvar.					

Anexo 17: Valores mensais de evapotranspiração de referência (ETP), evapotranspiração real (ETR), deficiência hídrica (DEF) e excedente hídrico (EXC), para Palotina, nos anos de 2006 a 2011.



Anexo 18 – Valores mensais de evapotranspiração de referência (ETP), evapotranspiração real (ETR), deficiência hídrica (DEF) e excedente hídrico (EXC), para Cascavel, nos anos de 2006 a 2011.

