



UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
CAMPUS PATO BRANCO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA



JOÃO CARLOS CIVIERO

**EFEITO DE ÉPOCAS DE SEMEADURA NO DESENVOLVIMENTO E
PRODUTIVIDADE DO TRIGO (*Triticum aestivum* L.) NA REGIÃO DE
PATO BRANCO-PR**

DISSERTAÇÃO

PATO BRANCO
2010

Livros Grátis

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.

JOÃO CARLOS CIVIERO

**EFEITO DE ÉPOCAS DE SEMEADURA NO DESENVOLVIMENTO E
PRODUTIVIDADE DO TRIGO (*Triticum aestivum* L.) NA REGIÃO DE
PATO BRANCO-PR**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, *Campus* Pato Branco, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Agronomia - Área de Concentração: Sistemas de Produção vegetal.

Orientador: Dr. José Abramo Marchese

PATO BRANCO

2010

C582e Civiero, João Carlos

Efeito da época de semeadura no desenvolvimento e produtividade do trigo (*Triticum Aestivum L.*) na região de Pato Branco-PR / João Carlos Civiero. – Pato Branco. UTFPR, 2010
xv, 73f. : il. ; 30 cm

Orientador: Prof. Dr. José Abramo Marchese

Co-orientadores: Prof. Dr. Giovani Benin e Prof. Msc. Osmar Rodrigues
Dissertação (Mestrado) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná.
Programa de Pós-Graduação em Agronomia. Pato Branco/PR, 2010.
Bibliografia: f.68-73

1. Radiação. 2. Temperatura. I. Marchese, José Abramo II. Giovani, Benin. III. Rodrigues, Osmar. IV. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. V. Programa de Pós-Graduação em Agronomia. VI. Título.

CDD 630

Ficha Catalográfica elaborada por

Elda Lopes Lira CRB 9/1295

Biblioteca da UTFPR Campus Pato Branco



Ministério da Educação
Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Campus Pato Branco
Gerência de Pesquisa e Pós-Graduação
Programa de Pós-Graduação em Agronomia



TERMO DE APROVAÇÃO

Título da Dissertação nº 024

*: Efeito de épocas de semeadura no desenvolvimento e produtividade do trigo
(triticum aestivum L.) na região de Pato Branco.*

por

João Carlos Civiero

Dissertação apresentada às quatorze horas do dia quatro de março de dois mil e dez, como requisito parcial para obtenção do título de MESTRE EM AGRONOMIA, Linha de Pesquisa – Sistemas de Produção Vegetal, Programa de Pós-Graduação em Agronomia (Área de Concentração: Produção vegetal), Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Pato Branco. O candidato foi argüido pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho APROVADO.

Banca examinadora:

Dr. José Abramo Marchese
UTFPR

Dr. Giovanni Benin
UTFPR

Dr. Alceu Assmann
TAPAR

Dr. Michelangelo Muzzell Trezzi
UTFPR

Visto da Coordenação:

Prof. Dr. Idemir Citadin
Coordenador do PPGA

DEDICO

A Deus, por mais esta maravilhosa conquista.

A minha mãe Anita, por mostrar o caminho da educação e da verdade.

A meu irmão Marcio e minha irmã Simone, pelo incentivo.

E a meu pai Domingos (*in memoriam*).

AGRADECIMENTOS

Agradeço a minha família pelo incentivo.

Ao professor orientador José Abramo Marchese pela ajuda na orientação e pelos conhecimentos repassados.

Aos demais professores do programa de pós-graduação, em especial ao co-orientador Giovani Benin.

Ao pesquisador Osmar Rodrigues (CNPT- Passo Fundo) pelas contribuições.

Aos meus amigos pelos bons momentos.

À UTFPR pela estrutura disponibilizada.

A todos os estagiários e amigos que de forma direta ou indiretamente estiveram envolvidos na elaboração dos experimentos, sendo eles: Diogo Capelin, Edson Pissaia, Eduardo Pagliosa, Jéssica Faversani, Marcos Paladini, Rafaeli Negri e Tiago Bellusso.

Ao tratorista da UTFPR Sr. Otávio.

E a todos que contribuíram direta ou indiretamente para a realização deste trabalho e que não foram mencionados. OBRIGADO!

“A paciência é amarga, mas seu fruto é doce”.

RESUMO

CIVIERO, João Carlos. Efeito da época de semeadura no desenvolvimento e produtividade do trigo (*Triticum aestivum* L.) na região de Pato Branco-PR. 2010. 73 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Pato Branco, 2010.

Para cada período de desenvolvimento da cultura do trigo são produzidos diferentes órgãos, estando o número da formação destes órgãos dependentes da duração de cada fase. A temperatura e a radiação contribuem significativamente no tempo de duração desses subperíodos, onde a diminuição da temperatura tende a alongar estes períodos. O experimento foi conduzido durante os anos de 2008 e 2009 na Estação Experimental do Curso de Agronomia da UTFPR, em Pato Branco-PR (26°10' S; 52°41'W e 750 m). O delineamento utilizado foi de blocos ao acaso, com três repetições no primeiro ano e com quatro repetições no segundo ano, em esquema bifatorial (cultivares BRS 208, BRS 220 e BRS Guamirim x sete épocas de semeadura). As quais foram efetuadas no período de: 06/05, 17/05, 31/05, 14/06, 28/06, 12/07 e 26/07 para o ano de 2008 e 02/05, 16/05, 02/06, 13/06, 30/06, 13/07, 24/07 para o ano de 2009. Assim, o presente estudo, inicialmente, determinou os diferentes subperíodos de desenvolvimento de genótipos de trigo testados, assim delimitados: SE-EM, EM-DA, DA-ET, ET-AN, AN-MF. Os estádios de duplo anel e de espiguetas terminal foram determinados morfológicamente, de acordo com Nerson *et al.* (1980), em 3 colmos colhidos a cada 48 horas. Para determinação da maturação fisiológica, os grãos de cinco espiguetas centrais de três espigas, totalizando 15 espiguetas por parcela foram amostrados a cada 72 horas e levadas a estufa, considerando a maturação fisiológica quando apresentavam massa constante. Também, foram avaliadas as implicações do QF no rendimento dos genótipos testados. Foram analisadas as variáveis: altura de planta, massa seca da parte aérea e espigas e índice de colheita, os componentes de rendimento espigas m⁻², espiguetas espiga⁻¹, grãos espiguetas⁻¹ e massa de mil grãos. Observou-se que os anos de cultivo de 2008 e 2009 apresentaram diferenças acentuadas quanto a os fatores meteorológicos, pode-se assim, analisar a influência que estes exercem na definição dos componentes de rendimento, principalmente quanto ao índice de precipitação e a radiação solar global. Não foi possível observar efeitos claros nas condições ambientais do quociente fototermal (QF) sobre a definição dos componentes de rendimento. O aumento de rendimento no ano de 2009 esteve associado com o aumento do subperíodo ET à AN, repercutindo no aumento do número de grãos por espiguetas, já para o ano de 2008 o subperíodo que esteve associado com o aumento do rendimento foi o subperíodo de AN à MF, ocasionando aumento da massa de grãos. Quanto às semeaduras caso fossem realizadas nos dias 30 de maio e 14 de junho ocasionariam os maiores rendimentos para os anos de 2008 e 2009, respectivamente. Confirmou-se ainda que em anos com maiores índices de precipitação há efeitos negativos na definição do rendimento.

Palavras-chave: Radiação solar, temperatura, precipitação, *Triticum aestivum* L.

ABSTRACT

CIVIERO, João Carlos. Effect of sowing time on development and yield of wheat (*Triticum aestivum* L.) in the region of Pato Branco-PR. 2010. 73 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Pato Branco, 2010.

For each wheat development period are produced different organs, is that of number formation of these bodies to the length of each phase. The temperature and radiation contribute in the duration of these periods significantly, where the decrease in temperature tends to lengthen these periods. The experiment was conducted during 2008 and 2009 at the Experimental Station of Agronomy Course at UTFPR, Pato Branco-PR (26°10' S; 52°41'W and 750 m). The experimental design was randomized block design with three replications in the first year and four replications in the second year in a factorial model (BRS 208, BRS 220 and BRS Guamirim x seven sowing dates). The seven sowing dates were made: May 06, May 17, May 31, June 14, June 28, July 12, July 26 for 2008, and May 02, May 16, June 02, June 13, June 30, July 07, July 24 for 2009. Thus, the present study, determined the different sub-periods of development of wheat genotypes tested, so defined: SE-EM, EM-DA, DA-ET, ET-AN, AN-MF. The seedling emergence and anthesis were estimated when 50% of the seedlings and ears in the plots had the first sheet and extruded anthers, respectively. Stages of double ring and terminal spikelet were determined morphologically, according Nerson *et al.* (1980), 3 stalks harvested every 48 hours. To determine the physiological maturity, five central grains of spikelets of three swords, a total of 15 spikelets per plot were sampled every 72 hours and cooled to emissions, considering the physiological maturity when they had constant weight. Also, we evaluate the implications of the income of QF genotypes. The variables: plant height, dry weight of shoots and grain and harvest index, yield components, spikes m^{-2} , spikelets spike $^{-1}$, grains spikelet $^{-1}$ and thousand grain weight. It was observed that the crop at 2008 and 2009 showed marked differences both in the meteorological factors, we can thus examine the influence they exert in the definition of yield components, mainly related to the amount of precipitation and solar radiation. It wasn't possible to observe the clear effects of environmental conditions quociente fototermal (QF) on the definition of yield components. The increase in income in 2009 was associated with increasing the ET à AN subperiod, reflecting the increase in the number of grains per spike, since the year 2008, the sub that was associated with an increase in income was the subperiod AN the MF, resulting in increased grain mass. As the crops if they were held on May 30 and June 14 would entail the highest yield for the years 2008 and 2009 respectively, it was confirmed that even in years with higher rainfall rates are negative in the definition of income.

Key words: Solar radiation, temperature, rainfall, *Triticum aestivum* L.

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 - CARACTERIZAÇÃO DO SOLO DA ÁREA ONDE FOI IMPLANTADO O EXPERIMENTO NO ANO DE 2008.....	31
TABELA 2 - CARACTERIZAÇÃO DO SOLO DA ÁREA ONDE FOI IMPLANTADO O EXPERIMENTO NO ANO DE 2009.....	31
TABELA 3 - TEMPERATURAS (°C) ABAIXO DE 4 °C OCORRIDAS NO ANO DE 2008 E 2009 EM PATO BRANCO-PR.....	37
TABELA 4 - QUADRO DA ANÁLISE DA VARIÂNCIA CONJUNTA PARA AS FONTES DE VARIAÇÃO: ANOS (A), ÉPOCAS (E) E CULTIVARES (C) COM OS RESPECTIVOS GRAUS DE LIBERDADE (GL), QUADRADOS MÉDIOS (QM) E COEFICIENTE DE VARIAÇÃO (CV) PARA AS VARIÁVEIS: ESTATURA DE PLANTAS (EST), MASSA SECA DE ESPIGAS (MS ESP), NÚMERO DE ESPIGAS POR m ² (ESP m ²), NÚMERO DE ESPIGUETAS POR ESPIGA (SPTA ESP), NÚMERO DE GRÃOS POR ESPIGUETA (GR SPTA), MASSA DE MIL GRÃOS (MS 1000 g), RENDIMENTO DE GRÃOS (REND), MASSA SECA DA PARTE AÉREA (MS AÉREA) E ÍNDICE DE COLHEITA (IC).....	39
TABELA 5 - COMPARAÇÃO DAS MÉDIAS DO RENDIMENTO DE GRÃOS (Kg ha ⁻¹) DOS CULTIVARES BRS GUAMIRIM, BRS 220 E BRS 208 NOS ANOS DE 2008 E 2009.....	43
TABELA 6 - DATAS DE INÍCIO DOS SUBPERÍODOS DAS CULTIVARES BRS GUAMIRIM, BRS 220 E BRS 208 NO ANO DE 2008.....	51
TABELA 7 - DATAS DE INÍCIO DOS SUBPERÍODOS DAS CULTIVARES BRS GUAMIRIM, BRS 220 E BRS 208 NO ANO DE 2009.....	52
TABELA 8 - COMPARAÇÃO DAS MÉDIAS DO NÚMERO DE GRÃOS ESPIGUETA ⁻¹ DOS CULTIVARES BRS GUAMIRIM, BRS 220 E BRS 208 NOS ANOS DE 2008 E 2009.....	56
TABELA 9 - ANOS DE CULTIVO DAS CULTIVARES E SEUS MAIORES ÍNDICES DE COLHEITA (IC).....	60
TABELA 10 - COMPARAÇÃO DAS MÉDIAS DA ESTATURA DE PLANTAS (cm) DOS CULTIVARES BRS GUAMIRIM, BRS 220 E BRS 208 NOS ANOS DE 2008 E 2009.....	64

LISTA DE FIGURAS

- FIGURA 1 - PRECIPITAÇÃO (mm) DOS ANOS DE 2008 E 2009. FONTE: IAPAR.....35
- FIGURA 2 - RADIAÇÃO SOLAR GLOBAL ($\text{MJ m}^2 \text{ dia}^{-1}$) DOS ANOS DE 2008 2009. FONTE: IAPAR.....36
- FIGURA 3- TEMPERATURA ($^{\circ}\text{C}$) DOS ANOS DE 2008 E 2009. FONTE: IAPAR.....37
- FIGURA 4 - RENDIMENTO DE GRÃOS (Kg ha^{-1}) EM RELAÇÃO À ÉPOCA DE SEMEADURA NOS ANOS DE 2008 E 2009.....41
- FIGURA 5 - CORRELAÇÃO ENTRE A DURAÇÃO DOS SUBPERÍODOS (DIAS): EMERGÊNCIA (EM), DUPLO-ANEL (DA), ESPIGUETA TERMINAL (ET), ANTESE (AN) E MATURAÇÃO FISIOLÓGICA (MF) COM O RENDIMENTO DE GRÃOS (Kg ha^{-1}), PARA OS CULTIVARES BRS GUAMIRIM, BRS 220 E BRS 208.....44
- FIGURA 6 - CORRELAÇÃO ENTRE A DURAÇÃO DOS SUBPERÍODOS (DIAS): EMERGÊNCIA (EM), DUPLO-ANEL (DA), ESPIGUETA TERMINAL (ET), ANTESE (AN) E MATURAÇÃO FISIOLÓGICA (MF) COM O NÚMERO DE GRÃOS (m^2) PARA OS CULTIVARES BRS GUAMIRIM, BRS 220 E BRS 208.....45
- FIGURA 7 - CORRELAÇÃO ENTRE A DURAÇÃO DOS SUBPERÍODOS (DIAS): EMERGÊNCIA (EM), DUPLO-ANEL (DA), ESPIGUETA TERMINAL (ET), ANTESE (AN) E MATURAÇÃO FISIOLÓGICA (MF) COM O RENDIMENTO DE GRÃOS (Kg ha^{-1}), PARA OS CULTIVARES BRS GUAMIRIM, BRS 220 E BRS 208.....46
- FIGURA 8 - CORRELAÇÃO ENTRE A DURAÇÃO DOS SUBPERÍODOS (DIAS): EMERGÊNCIA (EM), DUPLO-ANEL (DA), ESPIGUETA TERMINAL (ET), ANTESE (AN) E MATURAÇÃO FISIOLÓGICA (MF) COM O NÚMERO DE GRÃOS (m^2), PARA OS CULTIVARES BRS GUAMIRIM, BRS 220 E BRS 208.....47
- FIGURA 9 - CORRELAÇÃO ENTRE A DURAÇÃO DOS SUBPERÍODOS (DIAS): ESPIGUETA TERMINAL (ET) A ANTESE (AN) COM O NÚMERO DE GRÃOS E O SUBPERÍODO ANTESE (AN) A MATURAÇÃO FISIOLÓGICA (MF) COM A MASSA DE GRÃOS, PARA OS CULTIVARES BRSGUAMIRIM, BRS 220 E BRS 208.....47
- FIGURA 10 - CORRELAÇÃO ENTRE O QUOCIENTE FOTOTERMAL [$\text{MJ}/(\text{m}^2 \text{ dia } ^{\circ}\text{C})$] E A DURAÇÃO ENTRE OS SUBPERÍODOS EMERGÊNCIA (EM), DUPLO ANEL (DA), ESPIGUETA TERMINAL (ET), ANTESE (AN) E MATURAÇÃO FISIOLÓGICA (MF) PARA OS CULTIVARES BRS GUAMIRIM, BRS 220 E BRS 208 NO ANO DE 2008.....48

FIGURA 11 - CORRELAÇÃO ENTRE O QUOCIENTE FOTOTERMAL [MJ/(m ² dia °C)] E A DURAÇÃO ENTRE OS SUBPERÍODOS EMERGÊNCIA (EM), DUPLO ANEL (DA), ESPIGUETA TERMINAL (ET), ANTESE (AN) E MATURAÇÃO FISIOLÓGICA (MF) PARA OS CULTIVARES BRS GUAMIRIM, BRS 220 E BRS 208 NO ANO DE 2009.....	49
FIGURA 12 - NÚMERO DE ESPIGAS m ⁻² EM RELAÇÃO À ÉPOCA DE SEMEADURA NOS ANOS DE 2008 E 2009.....	51
FIGURA 13 - PRODUÇÃO DE ESPIGUETAS ESPIGA ⁻¹ NOS ANOS DE 2008 E 2009 CONFORME A ÉPOCA DE SEMEADURA.....	53
FIGURA 14 - NÚMERO DE GRÃOS POR ESPIGUETA EM RELAÇÃO À ÉPOCA DE SEMEADURA NOS ANOS DE 2008 E 2009.....	55
FIGURA 15 - MASSA DE SECA DE ESPIGAS (Kg ha ⁻¹) EM RELAÇÃO À ÉPOCA DE SEMEADURA NOS ANOS DE 2008 E 2009.....	57
FIGURA 16 - MASSA DE MIL GRÃOS (g) EM RELAÇÃO À ÉPOCA DE SEMEADURA NOS ANOS DE 2008 E 2009.....	58
FIGURA 17 - ÍNDICE DE COLHEITA DOS CULTIVARES BRS GUAMIRIM, BRS 220 E BRS 208 EM RELAÇÃO À ÉPOCA DE SEMEADURA NOS ANOS DE 2008 E 2009.....	60
FIGURA 18 - MATÉRIA SECA DA PARTE AÉREA (Kg ha ⁻¹) EM RELAÇÃO À ÉPOCA DE SEMEADURA NOS ANOS DE 2008 E 2009.....	62
FIGURA 19 - ESTATURA DE PLANTAS (cm) EM RELAÇÃO À ÉPOCA DE SEMEADURA NOS ANOS DE 2008 E 2009.....	63

LISTA DE SIGLAS

NA	Antese
°C	Celsius
DA	Duplo-anel
EM	Emergência
ET	Espiguetta terminal
Ha	Hectare
Kg	Quilograma
MF	Maturação fisiológica
MJ	Megajoule
MPa	Megapascal
Mm	Milímetros
QF	Quociente fototermal
RS	Radiação solar
Tb	Temperatura base
Tm	Temperatura media

LISTA DE ABREVIATURAS

EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
CONAB	Companhia Nacional de Abastecimento
IAPAR	Instituto Agrônômico do Paraná
USDA	United States Department of Agriculture
UTFPR	Universidade Tecnológica Federal do Paraná

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	16
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	18
2.1 ASPECTOS GERAIS DA CULTURA DO TRIGO.....	18
2.2 PRODUÇÃO DE TRIGO NO BRASIL E NO PARANÁ.....	19
2.3 DESENVOLVIMENTO DA CULTURA DO TRIGO E EXIGÊNCIAS BIOCLIMÁTICAS.....	21
2.3.1 Temperatura.....	22
2.3.2 Radiação Solar.....	23
2.3.3 Fotoperíodo e Vernalização.....	24
2.3.4 Precipitação.....	24
2.3.5 Disponibilidade de Recursos Ambientais e Componentes de Rendimento do Trigo.....	25
3. MATERIAIS E MÉTODOS.....	30
3.1 CARACTERIZAÇÃO DO LOCAL.....	30
3.2 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL.....	30
3.3 ESTABELECIMENTO E ADUBAÇÃO DA CULTURA.....	30
3.4 CARACTERIZAÇÃO DO SOLO.....	31
3.5 DETERMINAÇÃO DOS SUBPERÍODOS.....	31
3.6 DETERMINAÇÃO DOS COMPONENTES DE RENDIMENTO.....	32
3.7 CARACTERÍSTICA DOS CULTIVARES.....	33
3.8 DADOS METEOROLÓGICOS.....	34
3.8.1 Precipitação.....	34
3.8.2 Radiação Solar Global.....	35
3.8.3 Temperatura.....	36
3.9 ANÁLISE ESTATÍSTICA E CÁLCULO DO QUOCIENTE FOTOTERMAL.....	38
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	39
4.1 RENDIMENTO E SEUS COMPONENTES <i>versus</i> ANOS E ÉPOCAS DE SEMEADURA.....	39
4.1.1 Número de Espigas m ²	50
4.1.2 Número de Espiguetas Espiga ⁻¹	52
4.1.3 Grãos Espiguetas ⁻¹	54
4.1.4 Massa Seca de Espigas e de Grãos.....	57
4.1.5 Índice de Colheita Aparente.....	60

4.1.6 Massa Seca da Parte Aérea e Estaturas das Plantas.....	61
5 CONCLUSÕES	66
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	67
REFERÊNCIAS.....	68
ANEXOS.....	74

1 INTRODUÇÃO

A cultura do trigo possui elevada expressão econômica no Estado do Paraná, além de toda a região sul do Brasil, ocupando áreas durante o período de inverno e início de primavera, áreas estas que podem ser ampliadas significativamente, se a cultura proporcionar aumentos de rentabilidade ao agricultor.

A baixa lucratividade da triticultura brasileira deve-se principalmente, à baixa produtividade da cultura e aos altos custos da produção (RODRIGUES, 2006).

Dentre os fatores relacionados ao aumento da produtividade, podemos destacar os fatores ambientais envolvidos na definição dos componentes de rendimento da cultura. Dentre eles, a temperatura e a radiação solar possuem influência direta na produção dos componentes de rendimento do trigo, afetando a duração de cada fase de desenvolvimento e a produção de diferentes órgãos (folhas, espigas, espiguetas, flores e grãos). Embora os componentes de rendimento do cultivo de grãos são gerados através de toda a estação de crescimento ou ciclo da cultura, o rendimento parece ser muito mais sensível às alterações provocadas pela disponibilidade de recursos em alguns subperíodos de desenvolvimento específicos, mais do que em outros. Nesse particular, vários estudos têm demonstrado que o número de grãos por unidade de superfície é o componente dominante para explicar variações de rendimento do trigo. O aspecto fundamental para se entender a formação do rendimento do trigo, foi à identificação de um subperíodo crítico concentrado num curto espaço de tempo imediatamente anterior à antese, delimitado entre os estádios de espiguetas terminal e a antese. Esse subperíodo crítico para a definição do rendimento potencial em trigo, espiguetas terminal-antese (ET-AN), caracteriza-se como a etapa de crescimento da espiga no interior do colmo (pré-espigamento).

Devido à região de Pato Branco ter a semeadura do trigo estendendo-se ao longo dos meses de maio a julho, e a cultura estar submetida a diferentes condições ambientais, e estas ligadas a definição do rendimento, observa-se a necessidade da definição da época do ano que propicie as melhores condições ambientais para a cultura, especialmente no subperíodo ET-AN, período crítico para a formação do rendimento potencial do trigo.

Nesse contexto, este estudo objetivou apresentar um mapeamento da variabilidade temporal dos fatores do ambiente em Pato Branco, e discutirá as suas possíveis implicações para a expressão do potencial de rendimento de grãos de trigo. Também, buscou-se analisar o(s) período(s) do ano que ofereça(m) as melhores condições ambientais em termos de temperatura e radiação solar para a definição do aumento dos componentes de rendimento e desenvolvimento da cultura, definindo as épocas ideais de semeadura para as cultivares em estudo.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 ASPECTOS GERAIS DA CULTURA DO TRIGO

O trigo (*Triticum aestivum* L.) é uma planta de ciclo anual, pertencente à família *Poaceae* e ao gênero *Triticum*. Este gênero contém em torno de 30 espécies, sendo que metade é cultivada comercialmente e as restantes crescem de forma silvestre. O *Triticum aestivum* L., conhecido como trigo comum, é a espécie de maior interesse comercial (Abitrigo, 2006). Essa cultura foi primeira a ser domesticada pelo homem e, por cerca de 8.000 anos, é o principal cereal cultivado na Europa, Ásia Ocidental e norte da África. No Brasil, as primeiras sementes foram trazidas por Martim Afonso de Sousa em 1531 (ÖZKAN *et al.*, 2001).

A cultura do trigo é originária do Oriente Médio, região ocupada atualmente pelos países de Israel, Líbano, Kuwait, Síria e Iraque. Posteriormente, foi difundida para o restante do mundo, ocupando hoje aproximadamente 20% das áreas agricultáveis do planeta. Embora não se saiba exatamente quando o trigo passou a fazer parte da alimentação humana, estudos permitiram identificar trigos com, aproximadamente, 6.700 anos a.C. Esta cultura, no passado, foi fundamental para a sobrevivência de várias civilizações predominantemente rurais (TOMASINI e AMBROSI, 1998).

O trigo é uma cultura amplamente adaptada aos mais diversos locais do mundo, sendo cultivada entre as latitudes de 30°S a 60°N e até altitudes superiores a 3.000 m. Esta ampla adaptação do trigo deve-se, ao seu complexo genoma, proporcionando alta plasticidade (BÖRNER *et al.*, 2005).

O cultivo de trigo foi uma das primeiras atividades agrícolas introduzidas pelos colonizadores europeus no Brasil. Os cultivos brasileiros, estabelecidos no Rio Grande do Sul e em São Paulo, foram anteriores aos norte-americanos, argentinos e uruguaios (TOMASINI e AMBROSI, 1998).

Atualmente o destino da cultura do trigo é principalmente à fabricação de pães, massas alimentícias e biscoitos. Também pode ser destinado para fabricação de ração animal quando não atinge qualidade exigida.

Os derivados de trigo continuarão a ser fundamentais para a alimentação e dificilmente a humanidade encontrará outro alimento semelhante, com qualidade e preço competitivo, que o substitua.

Deve-se ressaltar que os cultivares de trigo podem ser divididos em trigos de inverno e de primavera. Os genótipos de trigo de inverno são semeados normalmente no outono, germinam e permanecem no estágio vegetativo até o início da primavera, estes genótipos durante a fase vegetativa, necessitam ser expostos a temperaturas vernalizantes para que sejam induzidos a entrar no estágio reprodutivo. Quanto os trigos de primavera, estes são semeados na primavera e completam o ciclo de desenvolvimento no final do verão ou início do outono, sendo menos produtivos que os trigos de inverno. No Brasil, devido às condições ambientais, são cultivados apenas os trigos de primavera.

No Brasil, a cultura não possui lugar de maior destaque devido aos problemas enfrentados, considerados de ordem sistêmica, envolvendo uma forte interação entre componentes biofísicos e socioeconômicos, ao longo dos diferentes segmentos da cadeia produtiva. No primeiro grupo, enquadram-se a cultura propriamente dita (cultivares e suas características), os estresses bióticos causados por doenças, pragas e plantas daninhas, e os abióticos, ligados ao clima e ao solo. E, no segundo grupo, têm-se as relações de mercado, as macropolíticas (econômica, agrícola, etc), a estrutura fundiária e, principalmente, a ação do homem, atuando como protagonista principal (CUNHA *et al.*, 2001).

2.2 PRODUÇÃO DE TRIGO NO BRASIL E NO PARANÁ

A cultura do trigo tem grande importância no cenário agrícola mundial, por ser o cereal mais cultivado em área, mas em volume de grãos, é superado pela cultura do milho (USDA, 2009).

Atualmente, os maiores produtores e exportadores mundiais são Argentina, Austrália, Canadá e Estados Unidos e, entre os importadores, China, Índia, Rússia, União Européia, Turquia e infelizmente, apesar da grande área agricultável, o Brasil também destaca-se entre os importadores.

No Brasil, o cultivo de trigo se dá nas regiões Sul (RS, SC e PR), Sudeste (MG e SP) e Centro-oeste (MS, GO e DF), sendo a Região Sul responsável por cerca de 90% da produção brasileira. O Paraná é o maior Estado produtor (53%), seguido do Rio Grande do Sul (36%), Mato Grosso do Sul (4%) e Santa Catarina (3%). O cultivo de trigo tem crescido nos últimos anos em estados onde, historicamente, a produção deste cereal era praticamente inexistente, tais como Bahia, Goiás e demais estados do Cerrado (EMBRAPA TRIGO, 2006).

O trigo é um importante cereal, para o Estado do Paraná, pela necessidade de ocupação das áreas durante o período de inverno e pela falta de culturas como opções para o período.

O trigo paranaense, em relação a o trigo oriundo do Rio Grande do Sul e da Argentina, possui a vantagem de ser colhido antes, possibilitando ser comercializado antecipadamente, garantindo melhores preços. Tem também ao seu favor a proximidade com a Região Sudeste, maior centro consumidor e de processamento do país, o que possibilita o escoamento da safra com custos de transporte menores.

Segundos dados da CONAB (2009), a área cultivada com o trigo no Estado do Paraná, no ano de 2009, situou-se em 1,19 milhões de hectares, obtendo-se uma produtividade de 2.642 Kg ha⁻¹, totalizando uma produção de 3,14 milhões de toneladas. A área cultivada no país foi de 2,32 milhões de hectares, resultando em uma produtividade de 2.402 Kg ha⁻¹, totalizando uma produção de 5,57 milhões de toneladas.

O balanço de oferta e demanda publicada pela CONAB (2009) indica a previsão de importação de trigo no ano safra 2009/10 de 5,7 milhões de toneladas, que somada à produção de 5,57 milhões toneladas e ao estoque inicial de 1,81 milhões toneladas, gera um suprimento de 13,09 milhões toneladas.

As melhores condições edafoclimáticas para produção brasileira de trigo das classes pão e melhorador, destinados à fabricação de pão francês, outros pães e de massas alimentícias, encontram-se no norte do Paraná, sul de São Paulo, Mato Grosso do Sul e no Cerrado. Na parte sul do Paraná e em todo o Rio Grande do Sul, a maior parte da produção é classificada como brando, utilizada na fabricação de biscoitos, pizzas e bolos (IGNACZAK *et al.*, 2006).

2.3 DESENVOLVIMENTO DA CULTURA DO TRIGO E EXIGÊNCIAS BIOCLIMÁTICAS

Os fatores envolvidos no desenvolvimento da cultura do trigo são de extrema importância para compreensão da formação dos componentes de rendimento da cultura.

Slafer e Rawson (1994) definiram que o ciclo de desenvolvimento da cultura do trigo, iniciando-se da emergência até a maturação fisiológica, pode ser dividido em quatro fases: i) vegetativa, que ocorre entre a formação dos primórdios foliares do colmo principal até a formação do primeiro primórdio floral; ii) reprodutiva, que se subdivide em início da fase reprodutiva, da iniciação floral (pouco antes do estágio de duplo anel) até a formação da espiguetas terminal, quando todas as espiguetas e algumas flores já estão diferenciadas, e final da fase reprodutiva, que ocorre desde a iniciação da espiguetas terminal até o florescimento ou antese; e iii) finalmente a fase de enchimento de grãos, que vai da antese até a maturação fisiológica.

Desta forma, o número de grãos é determinado antes da antese e após este estágio os grãos são de fato enchidos e é estabelecida a sua massa seca de grãos (CUNHA *et al.*, 2005).

Para a determinação das fenofases de duplo anel e espiguetas terminal é necessário que as plantas de trigo sejam dissecadas e, com o auxílio de lupa, visualizado o meristema da haste principal.

De forma geral, a duração dos estádios ontogenéticos da cultura do trigo são regulados por três fatores determinantes: temperatura, fotoperíodo e vernalização. O conhecimento das respostas das culturas a estas variáveis ambientais é extremamente importante para caracterizar os efeitos da adaptabilidade de diferentes cultivares de trigo a diferentes áreas produtivas. Dos três fatores acima mencionados, a temperatura é um fator universal que afeta a duração de todos os estádios da cultura, da emergência à maturação fisiológica (MIRALLES, 2004).

Descreve-se a seguir a influência dos principais fatores abióticos que interferem no crescimento e desenvolvimento da cultura do trigo.

2.3.1 Temperatura

Os efeitos ocasionados pela temperatura são mais amplos quando comparados com os efeitos da radiação e da vernalização, pois há ausência de cultivares de trigo insensíveis a temperatura (RODRIGUES *et al.*, 2001).

Scheeren *et al.* (2000) citam que a partir do estágio de alongamento, temperaturas muito baixas, com formação de geadas fortes, podem provocar "queima" de folhas e "estrangulamento" do colmo, prejudicando severamente a cultura. Temperaturas menores que 1 °C na fase de espigamento ou florescimento ocasionam redução no número de grãos por espigeta, mas geadas com temperaturas abaixo de -2 °C no florescimento provocam danos que são totais, e temperaturas abaixo de 2 °C afetam o enchimento de grãos.

Para Walter *et al.* (2009) a temperatura ótima para o desenvolvimento da cultura do trigo se situa em torno de 22 °C. Segundo Scheeren *et al.* (2000) as temperaturas baixas na fase inicial da lavoura, sem formação de geadas, ocasionarão um prolongamento do período vegetativo e o trigo desenvolverá mais afilhos, resultando também em sistema radicular mais abundante, durante o afilhamento, temperaturas entre 15 e 20 °C são excelentes, enquanto para o desenvolvimento das folhas a temperatura ideal esta entre 20 a 25 °C. Para Tavella (1988 apud FIETZ, 2005) tendo a temperatura de 15 °C como referência, quando a temperatura média diária alcança 18,5 °C, 22,0 °C e quando ultrapassava 25 °C há diminuições de 11,3%, 22,6% e 32,3% no rendimento da cultura do trigo, respectivamente.

Siqueira *et al.* (2000) citam que a principal causa da diminuição do rendimento de grãos das culturas é o encurtamento do ciclo de desenvolvimento, em cenários com aumentos de temperatura.

Cargnin *et al.* (2006) observaram que altas temperaturas na fase de germinação ocasiona redução da massa seca de plântula e da eficiência de uso do endosperma.

2.3.2 Radiação Solar

Segundo Moreira *et al.* (1999) a radiação contida na faixa espectral compreendida entre 400 e 700 nm do espectro eletromagnético é conhecida tanto como radiação visível quanto radiação fotossinteticamente ativa (RFA). Esta radiação é a fonte de energia para as plantas realizarem a fotossíntese. Pois a produção de matéria seca das culturas agrícolas é diretamente proporcional à RFA absorvida pelo dossel das plantas.

A radiação solar é a fonte de energia para a fotossíntese, sendo o processo inicial utilizado pelas culturas para converter água e dióxido de carbono em açúcares simples. Desse modo, a quantidade e duração da superfície do dossel fotossinteticamente ativo e a eficiência do uso da radiação são componentes importantes no crescimento e produtividade agrícola (OVIEDO *et al.*, 2001). Apesar da radiação solar ser essencial para a fotossíntese, ela é somente um dos diversos fatores que interagem na produtividade agrícola. Outros fatores limitantes ao crescimento e produtividade agrícola são os nutrientes, água, temperatura e o CO₂.

A produção de biomassa pelas culturas está relacionada à quantidade de radiação fotossinteticamente ativa, interceptada e absorvida pelas folhas, e à eficiência com que estas convertem a energia radiante em energia química, pela fotossíntese. Sendo assim, qualquer fator que altere a eficiência de uso da radiação solar pode influenciar na produção de grãos de trigo (HEINEMANN *et al.*, 2006).

Calderini *et al.* (1997) observaram que as modernas cultivares de trigo já alcançaram índices de colheita bem próximos do limite teórico, e que o aumento de produção de grãos, deverá ser obtido pelo aumento na produção de biomassa, mantendo os presentes valores de participação das mesmas.

Tornando-se desta forma essencial o máximo aproveitamento da radiação solar pela cultura. Heinemann *et al.* (2006) comentam ainda que qualquer fator que altere a eficiência de uso da radiação solar pode influenciar a produção de grãos de trigo.

2.3.3 Fotoperíodo e Vernalização

Determinados genótipos de trigo brasileiros podem apresentar sensibilidade também ao fotoperíodo, influenciando a taxa de desenvolvimento e a duração do ciclo do trigo (RIBEIRO *et al.*, 2009).

Rodrigues *et al.* (2001) também observaram que algumas variedades respondem ao fotoperíodo, embora outras. Mas o mesmo autor salienta que, nas condições de cultivo do Sul do Brasil, o comprimento do dia, ao longo dos estádios de desenvolvimento do trigo, não varia, de modo geral, em mais de duas horas. Essa variação mínima tem sido interpretada como insuficiente para provocar alterações significativas na planta, ou seja, as cultivares de trigo semeadas no Rio Grande do Sul apresentam pouca ou nenhuma resposta ao fotoperíodo. Dessa maneira pode-se afirmar que os processos de desenvolvimento da planta de trigo são controlados principalmente pela temperatura do ar.

Alguns cereais de invernos desenvolveram mecanismos como estratégia de proteção contra os efeitos danosos das baixas temperaturas, sendo a vernalização um desses mecanismos na cultura do trigo. Vernalização é o processo pelo qual sementes tratadas ou plântulas expostas a temperaturas baixas, mas não congelantes são induzidas a florescer. Trigos de primavera apresentam pouca sensibilidade à vernalização e trigos de inverno são fortemente responsivos (sensíveis) à vernalização (ALBERTO *et al.*, 2008). Após a floração, plantas de trigo não são responsivas a vernalização (não sensíveis). Para Miralles (2004) as temperaturas são dadas como vernalizantes em um intervalo de 0 a 12 °C sendo o ideal entre 5-7 °C. Sabe-se que a maioria das cultivares brasileiras não possuem exigências a vernalização.

2.3.4 Precipitação

Para Alves e Silva (2007) a cultura do trigo possui uma relativa tolerância à deficiência hídrica, quando comparada a outras culturas, devido a sua maior eficiência no uso da água, em decorrência de ser originária de regiões semi-áridas.

Quanto à produtividade alcançada para o cultivo irrigado de trigo, Albrecht (2005) afirma que se chega a obter mais de 7.000 kg ha⁻¹, no caso dos cultivos nas regiões do Cerrados.

Rodrigues *et al.* (1998) verificaram que o estágio de folha-bandeira foi o mais sensível à deficiência hídrica - causando maior redução no rendimento – seguido da antese e quarta folha. Ainda, segundo Rodrigues *et al.* (1998), dos componentes de rendimento, o número de grãos por espiga é o mais associado à redução do rendimento de grãos sob efeito da deficiência hídrica, mas a redução no rendimento de grãos em trigo ocorreu somente quando o nível de deficiência hídrica foi superior a -2,0 MPa. Por outro lado, experimentos realizados por Frizzone e Olitta (1990) demonstraram que o trigo é bastante sensível ao déficit de água, obtendo-se as maiores reduções no rendimento de grãos quando este déficit ocorria entre o início do florescimento e a fase de grão leitoso.

No Rio Grande do Sul os valores de precipitação pluvial estão no limite máximo de tolerância da cultura, tanto que, em anos nos quais a precipitação pluvial é acima da média no Estado (anos de *El Niño*), o rendimento de grãos da cultura é afetado negativamente. Em 57% dos anos de ocorrência de *El Niño*, os desvios da média de rendimento de grãos de trigo no Rio Grande do Sul foram negativos, enquanto que, dos eventos de *La Niña*, 67% apresentaram desvios positivos, evidenciando uma forte tendência dos anos de *La Niña* favorecer a cultura do trigo e anos de *El Niño* ser desfavoráveis a mesma (CUNHA, 1999).

2.3.5 Disponibilidade de Recursos Ambientais e Componentes de Rendimento do Trigo

Embora os componentes de rendimento dos cultivos de grãos sejam gerados através de toda a estação de crescimento ou ciclo da cultura, o rendimento parece ser muito mais sensível às alterações provocadas pela disponibilidade de recursos em alguns subperíodos de desenvolvimento específicos, mais do que em outros. Nesse particular, vários estudos têm demonstrado que o número de grãos por unidade de superfície é o componente dominante para explicar variações de

rendimento em trigo (FISCHER, 1985; SAVIN e SLAFER, 1991; RODRIGUES *et al.*, 2007; ESTRADA-CAMPUZANO *et al.*, 2008; FISCHER, 2008).

O aspecto fundamental para o entendimento da formação do rendimento em trigo foi à identificação de um subperíodo crítico concentrado num curto espaço de tempo imediatamente anterior à antese, delimitado entre os estádios de espiguetas terminal e a antese (FISCHER, 1985). Esse subperíodo crítico para a definição do rendimento potencial em trigo, espiguetas terminal-antese (ET-AN), caracteriza-se como a etapa de crescimento da espiga no interior do colmo (pré-espigamento).

Nas lavouras, o começo desse importante subperíodo quase que invariavelmente coincide com o final do perfilhamento ou início do alongamento dos colmos, na ocasião em que há elevação do ponto de crescimento para cima da superfície do solo (CUNHA *et al.*, 2005; RODRIGUES *et al.*, 2006).

Cabe destacar que a maior parte dos avanços obtidos no aumento do rendimento potencial de trigo, mundialmente, via programas de melhoramento genético, foram alcançados graças às mudanças ocorridas nessa etapa de crescimento da espiga (ET-AN), principalmente envolvendo modificações no padrão de partição de assimilados fotossintéticos, com um maior direcionamento para as espigas (GIFFORD *et al.*, 1984; SLAFER *et al.*, 2001).

O aumento do potencial produtivo pode ser conseguido através de um maior número de sementes por unidade de área. A compreensão desta variável é essencial para explicar a variação no rendimento e uma opção de identificar o aumento do potencial produtivo do trigo (BINDRABAN *et al.*, 1998).

Atualmente, com as previsíveis dificuldades em se continuar aumentando a partição para as espigas, via redução da altura de planta e aumento do IC (índice de colheita), Slafer *et al.* (2001), Cunha *et al.* (2005) e Rodrigues *et al.* (2007) indicam a possibilidade de se aumentar a duração do período de crescimento da espiga.

Rodrigues *et al.* (2007) avaliando os progressos no melhoramento genético para rendimento de grãos de trigo no Sul do Brasil, no período de 1940-1992, verificou um aumento na duração do subperíodo ET-AN nas cultivares modernas, contribuindo para um aumento do rendimento destas.

Os fundamentos teórico-experimentais do clássico trabalho de Fischer (1985), que definiu, para trigo de primavera, sob condições potenciais de manejo, a existência de uma estreita relação entre um quociente fototermal (QF – radiação/temperatura) e o número de grãos por unidade de superfície, têm sido

usados como ferramenta de avaliação das disponibilidades de ambiente em termos de potencial de rendimento para trigo (MAGRIN *et al.*, 1993; CUNHA *et al.*, 2005).

Fischer (1985) propõe que a radiação influencia o número de grãos via efeito linear na taxa de crescimento durante o período imediatamente precedente à antese, enquanto que a temperatura opera fundamentalmente na duração deste período. Menéndez e Satorre (2007) afirmam que o QF diminui com o aumento da temperatura e aumenta com o aumento da radiação. Cunha *et al.* (2005) verificaram o aumento do QF com o aumento da altitude.

Ou seja, mais radiação disponível e menores temperaturas (maiores QFs) em pré-antese, alongam este subperíodo, o que permite uma maior assimilação de CO₂ e nutrientes, revertendo em um maior número de grãos por área.

Quando água e nutrientes não são fatores limitantes durante o desenvolvimento do cultivo, o número de grãos m⁻² pode ser predito de maneira confiável pelo QF_(Et-An) (FISCHER, 1985).

Para Slafer *et al.* (1990 apud MIRALLES, 2004) as condições ambientais durante a fase reprodutiva afetam de maneira importante o número final de grãos.

Durante essa fase se define o número de afilhos que finalmente começarão produzir as espigas, estabelecendo o número de espigas por unidade de área e o número de primórdios florais que sobreviveram dentro de cada espiguetas, obtendo como resultado final o número de flores férteis, que finalmente depois da maturidade serão estabelecidas como grãos.

A relação positiva entre o peso das espigas no florescimento e o número de flores férteis neste momento demonstra que a quantidade de recursos alojados na espiga é fundamental para se obter um elevado número de grãos. Sendo que a radiação afeta o número de grãos com relação linearmente positiva com a taxa de crescimento da cultura, e a temperatura afeta negativamente, acelerando o desenvolvimento. É possível pensar que o número de grãos (e em muitos casos o rendimento) depende destes fatores durante o período crítico definido em torno da antese.

Desta forma, as tentativas de entender como a produção é construída, tem sido descritas como produto da expressão numérica de seus componentes. Assim, a produção de trigo é considerada produto do número de plantas por área, espigas plantas⁻¹, espiguetas espigas⁻¹, grãos espiguetas⁻¹ e peso de grão. Tais componentes são, quase invariavelmente, negativamente correlacionados, de modo que o

melhoramento de um componente pode afetar negativamente o outro (SLAFER *et al.*, 1996).

Vários estudos têm permitido compreender que, tão importante quanto os critérios específicos de seleção, tão desejados pelos melhoristas, é o conhecimento e a definição de períodos no ciclo de desenvolvimento da planta de trigo, considerados como mais importantes (críticos) para o rendimento de grãos. O conhecimento das causas de variações desses períodos críticos, bem como os processos de crescimento que as produzem, são importantes ferramentas de manejo para máxima expressão do potencial de rendimento de grãos. Entre os componentes de rendimento de grãos estudados, o peso de grãos não esteve associado significativamente com a evolução do rendimento de grãos nas condições do Sul do Brasil (RODRIGUES *et al.*, 2002).

Os reflexos das diferenças sazonais de temperatura e radiação são perceptíveis na expressão do potencial de rendimento do trigo, tanto nas estatísticas de lavouras em campos de produtores quanto nos dados da rede de ensaios experimentais. Pela condição ambiente mais favorável para trigo, maior rendimento e menor variabilidade entre safras, sistematicamente, tem sido obtido na zona de maior altitude. Isso se explica por uma condição mais favorável para definir o número de grãos por unidade de área, especialmente associada com a relação entre radiação solar e temperatura (quociente fototermal), no período que vai de 20 dias antes até 10 dias após a antese (EMBRAPA, 2006).

Para Miralles (2004), se os fatores ambientais que regulam o crescimento são desfavoráveis durante o período crítico, estes irão incidir negativamente sobre o número final de flores férteis no momento da floração da cultura. Assim, condições pouco favoráveis nos 10 dias posteriores à floração reduzirão à capacidade de estabelecimento das flores férteis e conseqüentemente a formação de um maior número de grãos.

Para cada fase de desenvolvimento da cultura do trigo são produzidos diferentes órgãos (folhas, espiguetas, flores e grãos), estando o número da formação destes órgãos dependentes da duração de cada fase. Como mencionado anteriormente à temperatura contribui significativamente no tempo de duração destas fases, assim a diminuição da temperatura até determinado ponto (temperatura base) tende a alongar estas fases, contribuindo para o aumento do rendimento.

Uma forma de alongar o tempo nestes subperíodos é adequar à semeadura das cultivares, de forma a coincidir os estádios entre a espiguetta terminal e antese (fase de maior importância na definição do número de grãos) com o período que apresente um maior quociente fototermal (QF, ou seja, onde a radiação seja a maior possível e que a temperatura seja a menor possível).

Nesse sentido, e com base na evolução dos rendimentos ocorrida nos últimos anos no material genético disponível, estratégias devem ser buscadas para maximizar a duração do subperíodo de espiguetta terminal a antese, no sentido de aumentar a disponibilidade de recursos do solo para sustentar o estabelecimento do maior número de componentes de rendimento e conseqüentemente obter uma maior produção.

A semeadura de trigo, em Pato Branco-PR, dá-se entre maio e julho, e também em muitas regiões produtoras de trigo o período de semeadura se estende por várias semanas ou até mesmo meses e este fato, por si só, determina que o período crítico de formação de rendimento potencial em trigo (ET-AN) acabe submetido a diferentes condições de ambiente, com possíveis conseqüências para a expressão do potencial de rendimento de grãos dessa cultura, devido às variações de radiação solar e de temperatura.

Nesse contexto, este estudo objetivou apresentar um mapeamento da variabilidade temporal dos fatores do ambiente em Pato Branco, e discutir suas possíveis implicações para a expressão do potencial de rendimento de grãos de trigo.

Buscou-se analisar o(s) período(s) do ano que ofereça(m) as melhores condições ambientais em termos de temperatura e radiação solar para a definição do aumento dos componentes de rendimento da cultura, definindo as épocas ideais de semeadura para as cultivares em estudo.

Também foi determinada a duração dos subperíodos de desenvolvimento de genótipos, assim delimitados: semeadura-emergência, emergência-duplo anel, duplo anel-espiguetta terminal, espiguetta terminal-antese e antese-maturação fisiológica.

Observaram-se ainda as implicações do QF no rendimento dos genótipos testados e analisou-se a influência dos fatores meteorológicos (radiação solar, temperatura e precipitação) sobre a construção do rendimento.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 CARACTERIZAÇÃO DO LOCAL

O experimento foi conduzido na Estação Experimental do Curso de Agronomia da UTFPR, em Pato Branco-PR (26°10'S; 52°41'W). Sendo o solo classificado como Latossolo Vermelho aluminoférrico de textura argilosa. Situado em relevo suave ondulado, localizado na região denominada Terceiro Planalto Paranaense, apresentando no local de implantação do experimento altitude média de 750 m.

3.2 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

O delineamento utilizado foi de blocos ao acaso, com três repetições, no ano de 2008 e com quatro repetições no ano de 2009, em esquema bifatorial (cultivares BRS 208, BRS 220 e BRS Guamirim x sete épocas de semeadura). As sete épocas de semeadura foram: 06/05/08, 17/05/08, 31/05/08, 14/06/08, 30/06/08, 12/07/08 e 26/07/08. Quanto ao segundo experimento, as épocas de semeadura foram: 02/05/09, 16/05/09, 02/06/09, 13/06/09, 30/06/09, 13/07/09 e 24/07/09.

3.3 ESTABELECIMENTO E ADUBAÇÃO DA CULTURA

As semeaduras foram efetuadas na densidade de 400 sementes tratadas (Triadimenol) por m², com um espaçamento entre linhas de 20 cm e as parcelas experimentais foram compostas de 7 linhas de 6 m cada.

A adubação de base foi realizada com 400 kg ha⁻¹ da formulação 08-20-20, de acordo com a análise de solo (anexo 1) e a adubação nitrogenada de cobertura constou de 20 kg N ha⁻¹, na forma de uréia.

3.4 CARACTERIZAÇÃO DO SOLO

Foram efetuadas três amostragens de solo para permitir um melhor conhecimento da fertilidade do solo. Nas tabelas 1 e 2 é apresentada a caracterização química do solo da área experimental, dos anos de 2008 e 2009, na camada de 0 a 20 cm de profundidade, antes da instalação do experimento.

Tabela 1 - Caracterização do solo da área experimental onde foi implantado o experimento no ano de 2008. UTFPR, 2008.

Matéria Orgânica	P	K ⁺	Al ⁺³	Ca ⁺²	Mg ⁺²	pH	Saturação de Bases
%	--- mg dm ⁻³ ---		--- cmol _c DM ⁻³ ---			CaCl ₂	%
44,67	5,37	172,8	0,02	5,03	2,69	5,2	64,7

Tabela 2. Caracterização do solo da área experimental onde foi implantado o experimento no ano de 2009. UTFPR, 2009.

Matéria Orgânica	P	K ⁺	Al ⁺³	Ca ⁺²	Mg ⁺²	pH	Saturação de Bases
%	--- mg dm ⁻³ ---		--- cmol _c DM ⁻³ ---			CaCl ₂	%
48,92	8,25	78	0,09	4,25	2,38	4,45	57

3.5 DETERMINAÇÃO DOS SUBPERÍODOS

Foi determinada a duração dos subperíodos: semeadura-emergência (SM-EM), emergência - duplo anel (EM-DA), duplo anel - espiguetas terminal (DA-ET), espiguetas terminal - antese (ET-AN) e antese-maturação fisiológica (AN-MF).

A emergência de plântulas e a antese foram estimadas quando 50% das plântulas e espigas nas parcelas possuíam a primeira folha e anteras extrusadas, respectivamente.

Os estádios de duplo anel e de espiguetas terminal foram determinados morfológicamente, de acordo com Nerson *et al.* (1980), em três colmos colhidos a cada 48 horas, sendo necessário que as plantas fossem dissecadas e analisadas em laboratório com auxílio de lupa.

Para determinação da maturação fisiológica, durante o aparecimento das aristas, foram marcadas 50 plantas homogêneas por parcela. Próximo a grão leitoso, iniciaram-se as coletadas de três espigas a cada 72 horas, sendo imediatamente encaminhadas para estufa para secagem, com temperatura de 60 °C. Posteriormente, em balança de precisão foi realizada a pesagem de cinco espiguetas centrais das três espigas coletadas por parcela, considerando assim o dia da ocorrência da maturação fisiológica, quando atingiu-se massa constante das espiguetas.

3.6 DETERMINAÇÃO DOS COMPONENTES DE RENDIMENTO

Antes da realização da colheita foi determinado à estatura dos cultivares. Posteriormente foi realizada a colheita da biomassa em um m² e levado ao laboratório, onde foi realizada a separação manual das estruturas (espigas, folhas e colmos) e levadas para estufa, permanecendo aproximadamente por uma semana, posteriormente a retirada da estufa foram imediatamente pesadas.

O número de espigas foi determinado através da contagem total das espigas colhidas em um m² da parcela.

O número de espiguetas espiga⁻¹ foi obtido analisando-se 50 espigas, coletadas aleatoriamente do total de espigas colhidas.

Quanto o número de grãos espiguetas⁻¹ foi determinado realizando-se a debulhada das 50 espigas, utilizadas para a contagem do número espiguetas espiga⁻¹, realizando-se a contagem do número total de grãos e dividindo-se pelo total de espiguetas.

Para a determinação do rendimento, as espigas coletadas em um m² foram trilhadas e em seguida pesadas, convertendo-se para Kg ha⁻¹.

Quanto à massa de grãos, este componente foi determinado através da contagem de mil grãos.

3.7 CARACTERÍSTICA DOS CULTIVARES

As características das cultivares, utilizadas neste experimento são as seguintes:

BRS Guamirim: destaca-se pelo seu porte baixo (70 cm de altura) e possui alto potencial de perfilhamento, o que garante grande número de espigas por metro quadrado. Tem ampla adaptação às principais regiões tritícolas brasileiras e apresenta média de rendimento de grãos de 3.400 kg ha⁻¹, podendo chegar a 4.100 kg ha⁻¹ no Estado do Paraná. O ciclo vegetativo é precoce (média de 125 dias). A classe comercial é pão, indicado para panificação industrial e mesclas de farinha. Em relação a doenças, o BRS Guamirim é moderadamente resistente à ferrugem da folha, ao oídio, a giberela e às manchas foliares. Ainda é moderadamente resistente à debulha natural, à germinação na espiga, ao crestamento e resistente ao acamamento (EMBRAPA, 2008).

BRS 220: este cultivar de trigo se destaca por apresentar palha forte e excelente resistência ao acamamento. É de ciclo médio. No Paraná, apresentou média de 69 dias da emergência ao espigamento e 122 dias até a maturação. É resistente à ferrugem da folha, moderadamente resistente ao vírus do mosaico, ao oídio e às manchas foliar e suscetível ao vírus do nanismo amarelo da cevada. É moderadamente tolerante ao alumínio tóxico e suscetível à germinação pré-colheita. Pertence à classe trigo Pão. Tem apresentado melhor desempenho em ambientes de temperaturas amenas e de boa fertilidade. Em sistema de rotação de culturas apresenta excelente rendimento com reduzida aplicação de fungicidas. No Paraná, em cinco anos de ensaios, apresentou produtividade média de 4.050 kg ha⁻¹ (EMBRAPA, 2008).

BRS 208: apresenta resistência às principais doenças do trigo, principalmente, ao oídio. Apresenta ciclo médio. No Paraná, o espigamento ocorre, aos 67 dias, em média, a partir da emergência, e a maturação aos 123 dias. É tolerante ao alumínio tóxico do solo e moderadamente resistente ao acamamento. Apresenta qualidade industrial relativamente estável, nos diferentes ambientes, sendo classificado como trigo Pão. O potencial produtivo da cultivar é superior a 4.000 kg ha⁻¹, tendo apresentado elevados rendimentos com pouco uso de

fungicidas. Quanto às doenças, sugere-se atenção especial no controle da brusone e giberela, em ambientes favoráveis à sua ocorrência (EMBRAPA, 2008).

3.8 DADOS METEOROLÓGICOS

Os dados foram obtidos do posto meteorológico do IAPAR em Pato Branco-PR (26°10'S; 52°41'W e 750 m), localizado cerca de 6,7 km do ensaio.

As condições climáticas dos anos de 2008 e 2009 mostraram diferenças relevantes, para precipitação, radiação, temperatura e ocorrência de geadas. Serão descritas a seguir as diferenças de cada um destes fenômenos entre os anos.

3.8.1 Precipitação

O experimento foi conduzido em 2008 sem irrigação e várias estiagens afetaram a cultura do trigo. Para o ano de 2009 houve uma situação de maior precipitação ou talvez excesso de precipitação e nos poucos eventos de estiagem que ocorreram realizou-se a irrigação.

O ano de 2008 totalizou um acumulado de precipitação de 985 mm de chuva ($5,1 \text{ mm dia}^{-1}$) durante o ciclo de semeadura à maturação fisiológica, lembrando que estes valores foram mal distribuídos. Em contrapartida, para o mesmo período do ano de 2009 o índice foi de 1341 mm de chuva ($6,9 \text{ mm dia}^{-1}$) e melhor distribuídas, que em 2008. Assim conclui-se que o ciclo de desenvolvimento da cultura no ano de 2009 teve um índice pluviométrico 36% superior a o ano de 2008 (figura 1).

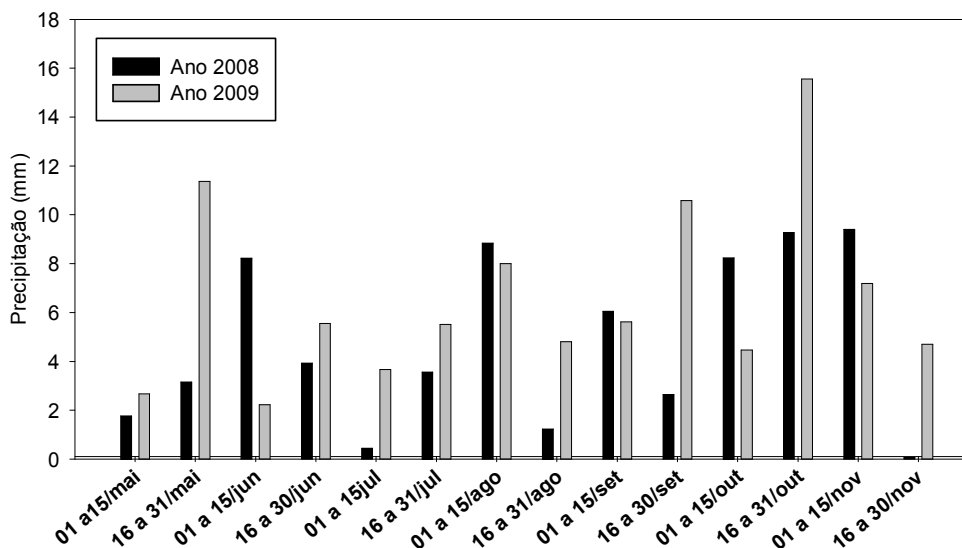


Figura 1 - Precipitação (mm) dos anos de 2008 e 2009. UTFPR, 2008 e 2009. Fonte: IAPAR.

3.8.2 Radiação Solar Global

Em relação à radiação solar, entre os anos de cultivo, observa-se que a radiação incidente para o ano de 2008 foi superior, especialmente entre os meses de agosto e setembro (figura 2), com uma média diária de $12,9 \text{ MJ m}^2 \text{ dia}^{-1}$. Já para o ano de 2009, a radiação foi inferior, com $9,6 \text{ MJ m}^2 \text{ dia}^{-1}$, sendo então 35% inferior ao ano de 2008. Valores estes referentes a os períodos que se iniciaram da semeadura e foram até a maturação fisiológica.

Certamente, esta diminuição acentuada da radiação deveu-se à nebulosidade, pois como foi citado anteriormente, o período de 2009 apresentou índices pluviométricos bem superiores ao de 2008.

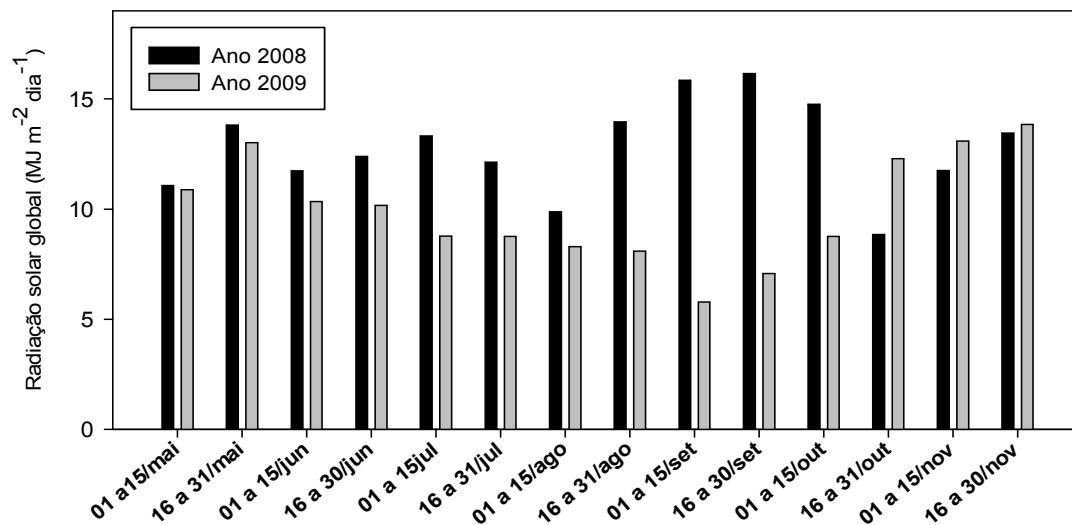


Figura 2 - Radiação solar global (MJ m² dia⁻¹) dos anos de 2008 e 2009. UTFPR, 2008 e 2009. Fonte: IAPAR.

3.8.3 Temperatura

As temperaturas médias ocorridas nos períodos que se iniciaram desde a primeira semeadura até a maturação fisiológica da última época de semeadura, dos anos de 2008 e 2009, também apresentaram diferenças consideráveis, nos anos de 2008 e 2009 as temperaturas médias foram de 19,1 °C e 17,5 °C, respectivamente (figura 3).

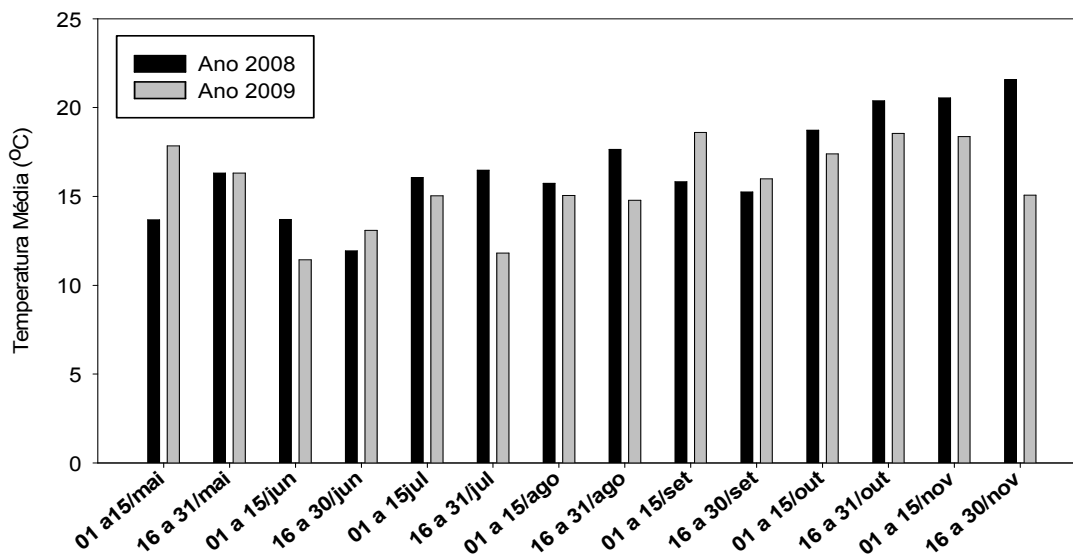


Figura 3 - Temperatura (°C) dos anos de 2008 e 2009. UTFPR, 2008 e 2009. Fonte: IAPAR.

Como citado anteriormente, o ano de 2009 apresentou temperaturas mais baixas em relação ao ano de 2008 e foi possível observar também a ocorrência de temperaturas mais baixas (tabela 3), principalmente nos dias 24 e 25 de julho.

Tabela 3 - Temperaturas (°C) abaixo de 4 °C ocorridas no ano de 2008 e 2009. Pato Branco - PR. Fonte: IAPAR.

Datas	°C	Datas	°C
31/5/2008	2.2	16/5/2009	3.2
10/6/2008	1.8	2/6/2009	3.6
11/6/2008	1.8	3/6/2009	-1.6
16/6/2008	-1.8	4/6/2009	3.8
18/6/2008	3.8	6/6/2009	3.8
4/8/2008	3.2	1/7/2009	3.2
7/9/2008	2.8	24/7/2009	-0.6
22/9/2008	3.8	25/7/2009	-1.9
		3/8/2009	3.9

Obs.: Considera-se temperaturas <1 °C, 1 °C a 3 °C, 3 °C a 5 °C como geadas de intensidade forte, moderada e fraca, respectivamente. Fonte IAPAR. Pato Branco - PR.

3. 9 ANÁLISE ESTATÍSTICA E CÁLCULO DO QUOCIENTE FOTOTERMAL

Os dados foram analisados estatisticamente, sendo submetidos à análise da variância no modelo fatorial (2x3x7), sendo dois anos de cultivo 2008 e 2009, três cultivares (BRS Guamirim, BRS 220 e BRS 208) e sete épocas de semeadura. Os valores que apresentaram interação significativa foram testados pela análise de regressão polinomial conjunta até o grau de polinômio cúbico.

Quanto à comparação de médias foi realizado através do teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Posteriormente as análises foram realizadas utilizando-se do programa computacional ASSISTAT 7.5 beta (SILVA *et al.*, 2009). Os gráficos e correlações foram gerados a partir do programa Sigma Plot (SIGMAPLOT, 2002).

O quociente fototermal compreendendo o subperíodo ET-AN foi calculado, adaptado se do modelo proposto por Fisher (1985): $QF = Rs/(Tm - Tb)$, onde o **QF** é o quociente fototermal diário ($MJ\ dia^{-1}\ ^\circ C^{-1}$), **Rs** é a radiação solar total ou global ($MJ\ m^{-2}\ dia^{-1}$), **Tm** é a temperatura média diária ($^\circ C$) e **Tb** a temperatura base ($^\circ C$).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 RENDIMENTO E SEUS COMPONENTES *versus* ANOS E ÉPOCAS DE SEMEADURA

Tabela 4 - Quadro da análise da variância conjunta para as fontes de variação: anos (A), épocas (E) e cultivares (C) com os respectivos graus de liberdade (GL), quadrados médios (QM) e coeficiente de variação (CV) para as variáveis: estatura de plantas (EST), massa seca de espigas (MS ESP), número de espigas por m² (ESP m²), número de espiguetas por espiga (SPTA ESP), número de grãos por espigueta (GR SPTA), massa de mil grãos (MS 1000 G), rendimento de grãos (REND), massa seca da parte aérea (MS AÉREA) e índice de colheita (IC). UTFPR, 2008-2009.

Fonte de variação	GL	Quadrados Médios				
		EST	ESP m ²	SPTA ESP	MS ESP	GR SPTA
Anos (A)	1	120.0**	89014.29**	98.73**	769403.94 ^{ns}	0.49**
Épocas (E)	6	161.9**	7397.97**	5.23**	1931517.31**	0.31**
Cultivares (C)	2	4356.34**	305645.45**	112.69**	3209673.23**	0.47**
A x E	6	03.38**	6852.73**	12.54**	1214086.69**	0.04*
A x C	2	85.78**	2080.10 ^{ns}	0.26 ^{ns}	432282.54 ^{ns}	0.59**
E x C	12	9.84 ^{ns}	1365.69 ^{ns}	2.55**	205182.39 ^{ns}	0.02 ^{ns}
A x E x C	12	9.32 ^{ns}	1165.10 ^{ns}	2.82**	361196.95 ^{ns}	0.03 ^{ns}
Resíduo (Erro)	84	9.29	1243.23	0.61	344481.92	0.02
Total	125					
Média		83.13	455.54	17.37	5316.46	1.81
C.V. (%)		3.66	7.74	3.51	11.03	8.13

Fonte de variação	GL	Quadrados Médios			
		MS 1000 G	REND	MS AÉREA	IC
Anos (A)	1	159.32**	67814277.5**	4553959.58**	0.86**
Épocas (E)	6	121.32**	2175645.58**	2350711.45**	0.01**
Cultivares (C)	2	19.26**	2862606.05**	1080576.24 ^{ns}	0.04**
A x E	6	44.64**	1093068.92**	1217090.47 ^{ns}	0.009**
A x C	2	5.00 ^{ns}	1271914.48**	972887.99 ^{ns}	0.01**
E x C	12	2.38 ^{ns}	141678.25 ^{ns}	467323.62 ^{ns}	0.001**
A x E x C	12	3.87 ^{ns}	128410.56 ^{ns}	5320005.77 ^{ns}	0.001**
Resíduo (Erro)	84	2.21	118267.61	603124.97	0.001
Total	125				
Média		33.79	3094.18	9557.57	0.32
C.V. (%)		4.4	11.11	8.12	10.4

* ** Significativo ao nível de 1 e 5% de probabilidade de erro, respectivamente. ^{ns} Não significativo. G.L.= Graus de liberdade, C.V. = Coeficiente de variação.

Observando a tabela da análise da variância conjunta (tabela 4), para os parâmetros analisados, verifica-se que quase todos revelaram diferenças

significativas ($P < 0,05$) entre os anos de 2008 e 2009. A exceção foi para o componente massa seca de espigas. O mesmo ocorreu para a fonte de variação das cultivares onde todos os parâmetros foram significativamente diferentes, mas a exceção, neste caso, foi da massa seca total da parte aérea. Quanto à fonte de variação épocas de semeadura, percebe-se que todos os parâmetros analisados tiveram presenças significativas ($P < 0,05$).

Ressalta-se que no ano de 2008 houve baixa precipitação, levando à cultura a deficiência hídrica em várias fases de desenvolvimento. Por outro lado, já o ano de 2009 apresentou problemas com excesso de água (figura 1).

Analisando a interação entre as fontes de variação, verifica-se que para os anos e época de semeadura todos os parâmetros apresentaram diferenças significativas, menos para a massa seca total da parte aérea.

Quanto à interação entre anos e cultivares observa-se que altura de planta, número de grãos espiguetas⁻¹, índice de colheita e rendimento foram significativos. Entretanto, foram significativos, massa de colmos e espiga, espigas por m², número de espiguetas por espiga, massa de mil grãos e massa seca da parte aérea ($P < 0,05$).

Para as interações entre época de semeadura e cultivares os dados revelaram que apenas número de espiguetas espiga⁻¹ e índice de colheita foram significativos.

Já a interação tripla entre os fatores de variação ano de cultivo, época de semeadura e cultivares, pode-se observar que houve diferença significativa ($P < 0,05$) somente para número de espiguetas espiga⁻¹ e índice de colheita.

Quanto à qualidade dos resultados, observa-se que estes apresentaram uma alta precisão, apresentando coeficientes de variações (cv) que foram abaixo ou próximos a 10%.

Analisando o rendimento de grãos nos anos de cultivo de 2008 e 2009, observa-se que houve diferenças significativas entre os anos, em relação às épocas de semeadura (figura 4).

Verifica-se que o ano de 2008 apresentou maior rendimento, mesmo enfrentando várias estiagens. Já o ano de 2009 foi um ano com elevada precipitação (figura 1).

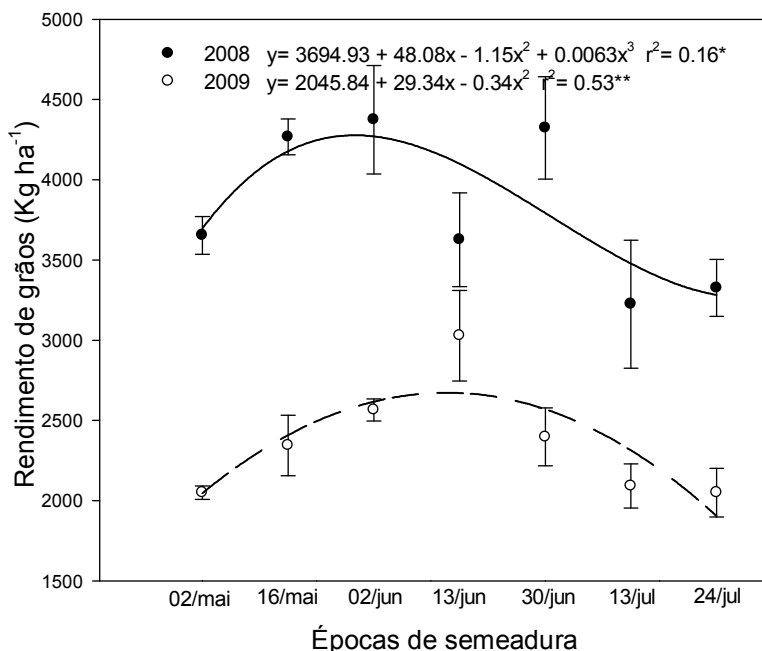


Figura 4 - Rendimento de grãos (Kg ha^{-1}) em relação à época de semeadura nos anos de 2008 e 2009. Pato Branco-PR, 2009.

Cunha (1999) relata que, no Estado do Rio Grande do Sul, em anos de alta precipitação, como no caso de anos de *El Niño*, o rendimento de grãos da cultura é afetado negativamente, enquanto que, em anos de baixa precipitação no caso dos anos afetados pelo fenômeno de *La Niña*, o rendimento apresenta desvios positivos, evidenciando uma forte tendência dos anos de *La Niña* favorecer a cultura do trigo e anos de *El Niño* ser desfavoráveis a mesma.

Libardi e Costa (1997) para a região de Piracicaba (SP) observaram que o consumo médio de água da cultura do trigo, para as condições experimentais, foi de aproximadamente $3,02 \text{ mm dia}^{-1}$, sendo que o consumo foi de 0,70; 0,93; 2,21; 3,74; 5,48 e $2,12 \text{ mm dia}^{-1}$, para as fases de estabelecimento, perfilhamento, emborrachamento, floração, formação de grãos e maturação, respectivamente.

Quando em condições de deficiência hídrica, ocorrem alterações no comportamento vegetal cuja irreversibilidade vai depender do genótipo, da duração, da severidade e do estágio de desenvolvimento da planta (SANTOS e CARLESSO, 1998).

Rodrigues *et al.* (1998) afirmam que o estágio mais sensível na cultura do trigo a deficiência hídrica é na folha-bandeira, seguido do estágio de antese, já para o estágio de grão leitoso, deficiências hídricas não afetam significativamente o rendimento de grãos. Os mesmos autores citam que o número de grãos por espiga é o componente de rendimento mais associado à redução do rendimento de grãos sob efeito da deficiência hídrica, e que a cultura é relativamente tolerante a falta de água, apresentando decréscimos de rendimento somente quando submetida a estresses abaixo de -2 MPa (potencial de água no xilema).

Neste experimento, constatou-se que a ocorrência de alta precipitação, foi o principal fator da diminuição da produtividade, em virtude do efeito ocasionado pelo aumento da nebulosidade, assim indiretamente repercutindo na diminuição da radiação solar (figura 2).

Por 2009 ter sido um ano chuvoso, a diminuição da produtividade observada, neste trabalho, está de acordo com Menéndez e Satorre (2007) os quais sugerem que a nebulosidade, leva à diminuição da radiação e conseqüentemente a diminuição da fotossíntese, afetando o rendimento. Pois intensidade da luz é um dos principais fatores que afetam a produção de fotoassimilados e a contribuição para o rendimento de grãos (WANG *et al.*, 2003).

A precipitação, dentre os fatores (temperatura e radiação) foi o que mais esteve associado com o rendimento ao longo do século 20 nas regiões tritícolas da Argentina (VERÓN *et al.*, 2004).

Noda *et al.* (1994) reforça afirmando que na região temperada do Brasil (Rio Grande do Sul, Santa Catarina e Sul do Paraná), os principais problemas climáticos enfrentados pela cultura do trigo são: o excesso de umidade relativa do ar em setembro-outubro, as temperaturas elevadas na fase de enchimento de grãos, as chuvas na colheita, o granizo e a ocorrência de geadas durante o espigamento.

Outro causa de diminuição do rendimento, pode estar relacionada à ocorrência de temperaturas mais baixas no ano de 2009, quando comparado com o ano de 2008 (figura 3 e tabela 4).

Visualmente não foi possível observar danos causados pelas geadas, mas certamente ocasionaram reflexos negativos sobre o desenvolvimento de determinados componentes de rendimento da cultura, já que esta se encontrava em diferentes estádios.

Observando a curva de rendimento dos anos de cultivo, nota-se que, para o ano de 2008, caso fosse realizada a semeadura no dia 30 de maio, obter-se-ia o maior rendimento (4277 kg ha^{-1}), já para o ano de 2009, esse seria atingido na semeadura realizada no dia 14 junho (2671 kg ha^{-1}).

Quanto à comparação das médias para o rendimento de grãos (tabela 5) dos cultivares BRS Guamirim, BRS 220 e BRS 208, verificam-se diferenças significativas entre os anos de 2008 e 2009 para todos os cultivares, diferenças atribuídas certamente às adversidades climáticas, como o excesso de precipitação (aumento da nebulosidade) repercutindo na diminuição da radiação solar (discutidas anteriormente).

Verificaram-se também diferenças significativas de rendimento entre os cultivares, no ano de 2009, tendo apresentado o BRS 220 e BRS Guamirim os maiores rendimentos, diferindo do BRS 208 que apresentou o menor rendimento. Porém no ano de 2008, não houve diferenças significativas entre os cultivares.

Tabela 5 - Comparação das médias do rendimento de grãos (Kg ha^{-1}) dos cultivares BRS Guamirim, BRS 220 e BRS 208 nos anos de 2008 e 2009.

Anos	Cultivares						Médias	
	BRS Guamirim		BRS 220		BRS 208			
2008	3862	aA	3892	aA	3728	aA	3827	a
2009	2514	bA	2697	bA	1869	bB	2360	b
Médias	3188	A	3294	A	2799	B		

¹ Médias seguidas de mesma letra minúscula nas colunas e maiúsculas nas linhas, não diferem estatisticamente entre si pelo Teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

No ano de cultivo de 2009, o rendimento esteve correlacionado com o aumento do subperíodo ET-AN (figura 5), fase em que ocorre a diferenciação de flores espiguetas⁻¹, refletindo no aumento do número de grãos m^{-2} (figura 6), e no aumento do número de grãos espiguetas⁻¹ (figura 9).

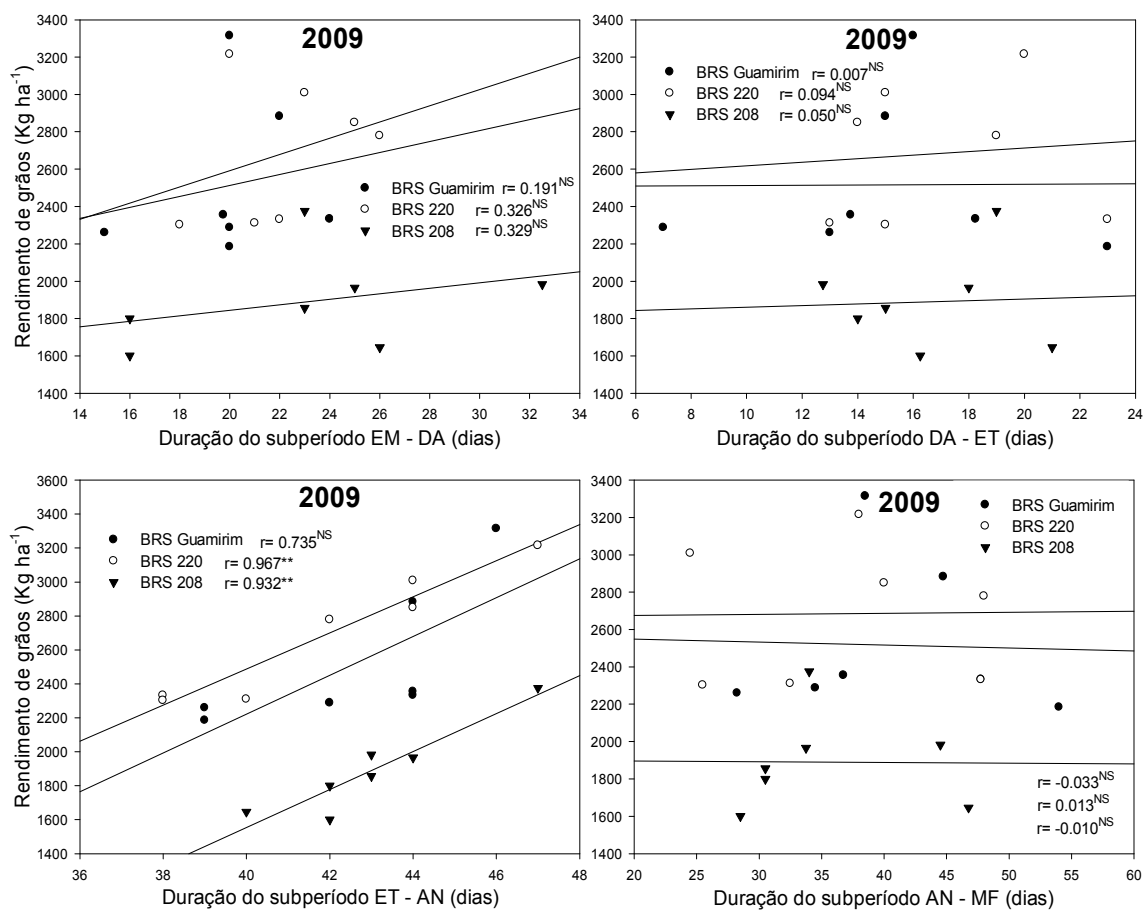


Figura 5 - Correlação entre a duração dos subperíodos (dias): emergência (EM), duplo-anel (DA), espiguetas terminal (ET), antese (AN) e maturação fisiológica (MF) com o rendimento de grãos (Kg ha⁻¹), para os cultivares BRS Guamirim, BRS 220 e BRS 208. UTFPR, 2008 e 2009.

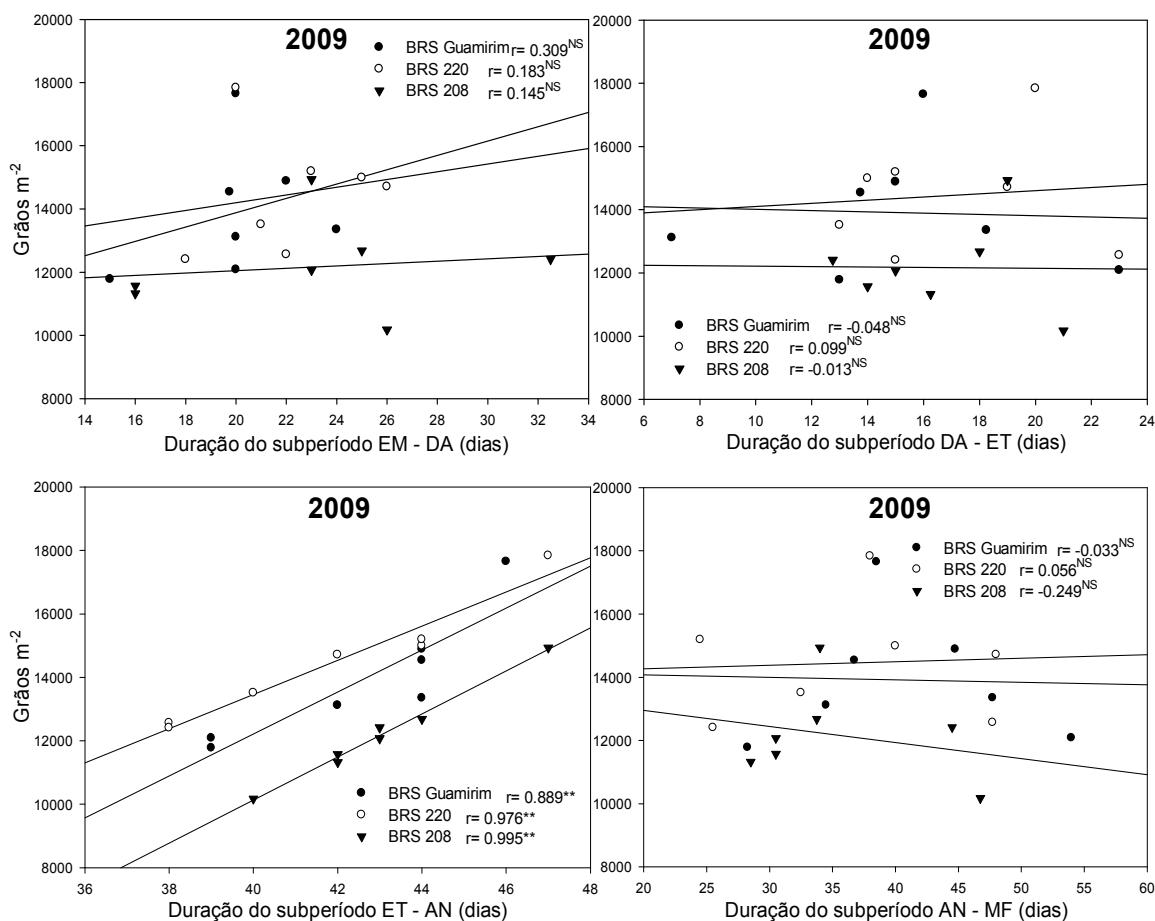


Figura 6 - Correlação entre a duração dos subperíodos (dias): emergência (EM), duplo-anel (DA), espiguetas terminal (ET), antese (AN) e maturação fisiológica (MF) com o número de grãos (m²) para os cultivares BRS Guamirim, BRS 220 e BRS 208. UTFPR, 2009.

Para o ano de 2008, esperava-se que o subperíodo ET-AN também se correlacionasse com o aumento de rendimento, mas, provavelmente, devido às estiagens que a cultura enfrentou, não houve esta correlação (figura 8), mas houve uma correlação do rendimento com a duração do subperíodo AN-MF (figura 7), ocorrendo desta forma uma tentativa de compensação com o aumento da massa de grãos pela cultura na AN-MF (figura 9).

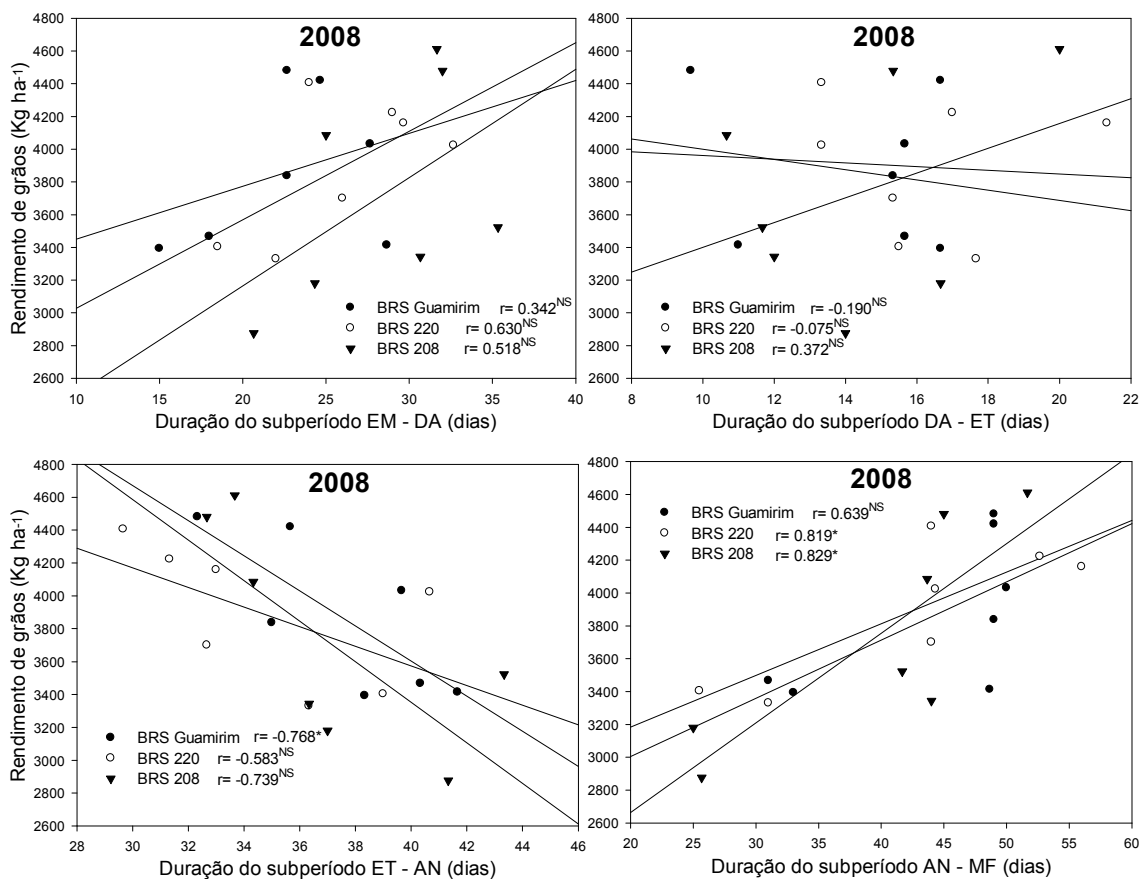


Figura 7 - Correlação entre a duração dos subperíodos (dias): emergência (EM), duplo-anel (DA), espiguetas terminal (ET), antese (AN) e maturação fisiológica (MF) com o rendimento de grãos (Kg ha⁻¹), para os cultivares BRS Guamirim, BRS 220 e BRS 208. UTFPR, 2008.

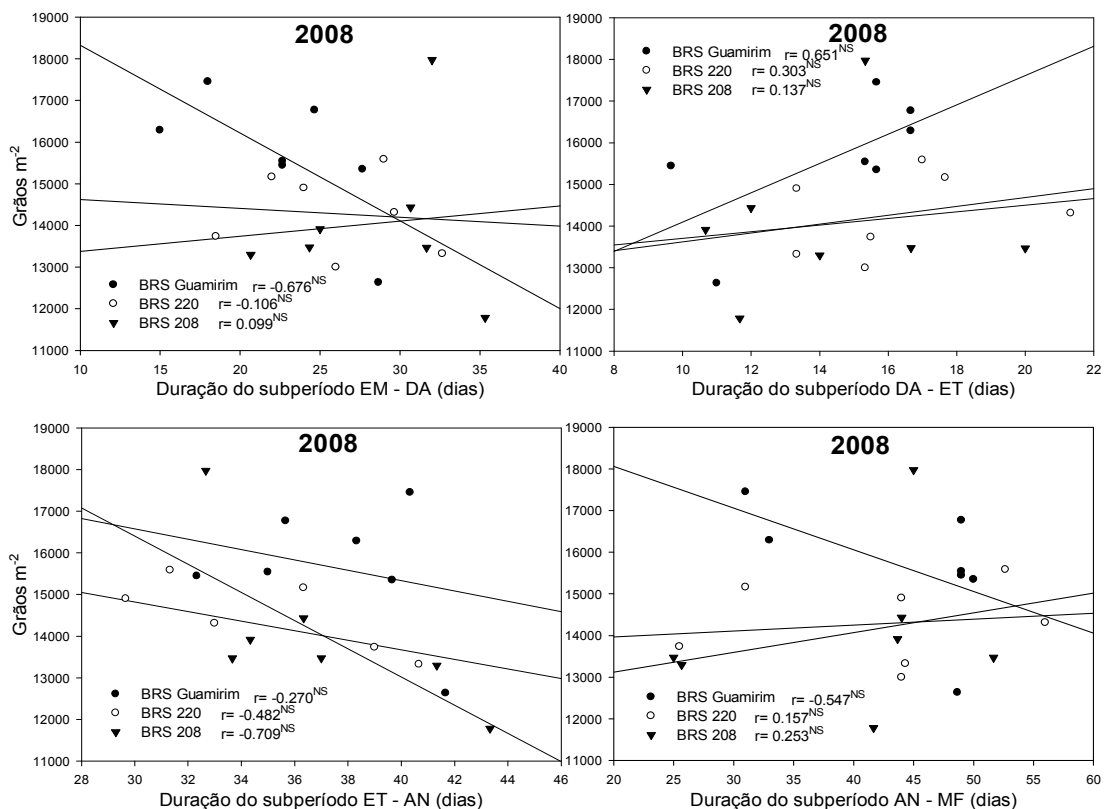


Figura 8 - Correlação entre a duração dos subperíodos (dias): emergência (EM), duplo-anel (DA), espiguetas terminal (ET), antese (AN) e maturação fisiológica (MF) com o número de grãos (m²), para os cultivares BRS Guamarim, BRS 220 e BRS 208. UTFPR, 2008.

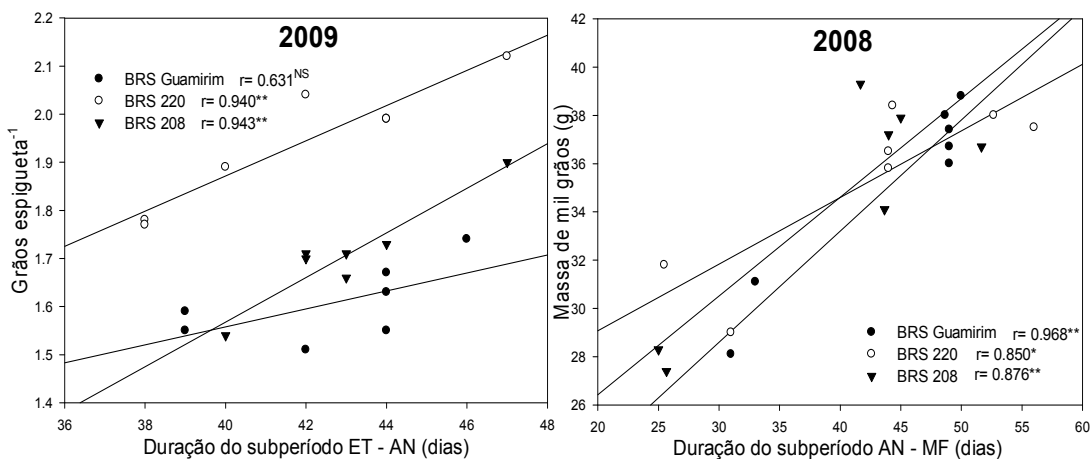


Figura 9 - Correlação entre a duração dos subperíodos (dias): espiguetas terminal (ET) a antese (AN) com o número de grãos e o subperíodo antese (AN) a maturação fisiológica (MF) com a massa de grãos, para os cultivares BRS Guamarim, BRS 220 e BRS 208. UTFPR, 2008 e 2009.

A redução na produção de fotoassimilados pode estimular a remobilização de reservas para os grãos, ou reduzir o acúmulo destas reservas, dependendo da época da ocorrência da deficiência hídrica (MACHADO *et al.*, 1993).

Quanto à correlação entre quociente fototermal (QF) e a duração dos subperíodos, observa-se para o ano de 2008 (figura 10), como visto anteriormente, o rendimento esteve correlacionado com a duração do subperíodo AN-MF, esperava-se então que o QF estivesse correlacionado com a duração deste subperíodo, mas ocorreu o contrário, foi observada uma correlação negativa.

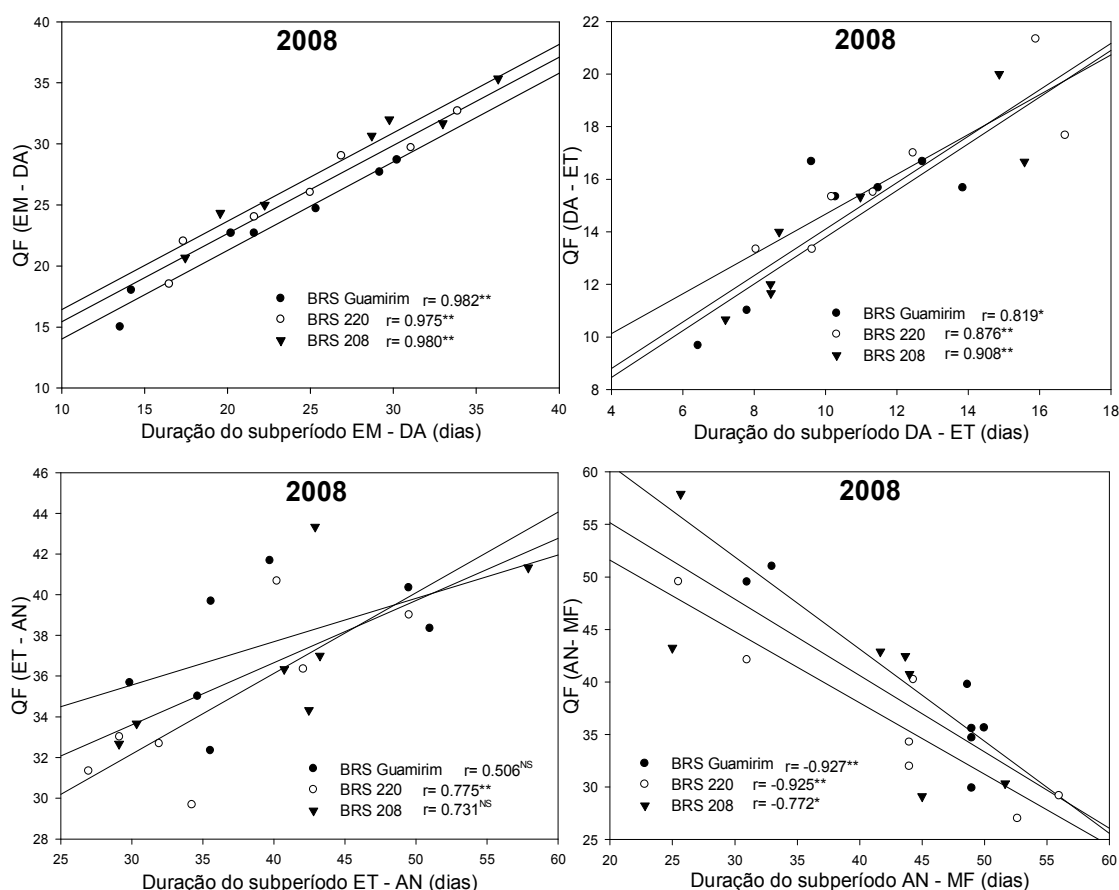


Figura 10 - Correlação entre o quociente fototermal [$\text{MJ}/(\text{m}^2 \text{ dia } ^\circ\text{C})$] e a duração entre os subperíodos emergência (EM), duplo anel (DA), espiguetas terminal (ET), antese (AN) e maturação fisiológica (MF) para os cultivares BRS Guamirim, BRS 220 e BRS 208 no ano de 2008. UTFPR, 2008.

Uma das hipóteses desta ausência de correlação (QF e duração do subperíodo ET-AN) diferente do observado por Fischer (1985) e Estrada-

Campuzano *et al.* (2008), foi devido, certamente, às variações ambientais ocorridas nos anos de cultivo de 2008 e 2009. Ressalta-se que os trabalhos de Fischer e Estrada-Campuzano foram realizados em condições ambientais controlados e com o uso do sombreamento artificial, bem diferente das condições ambientais do presente experimento.

Quanto à correlação entre quociente fototermal (QF) e a duração dos subperíodos para o ano de 2009 (figura 11), observa-se que não houve correlação entre o QF e a duração do subperíodo ET-AN como era esperado, mas houve uma alta correlação entre QF e a duração do subperíodo AN-MF, para ambos as cultivares.

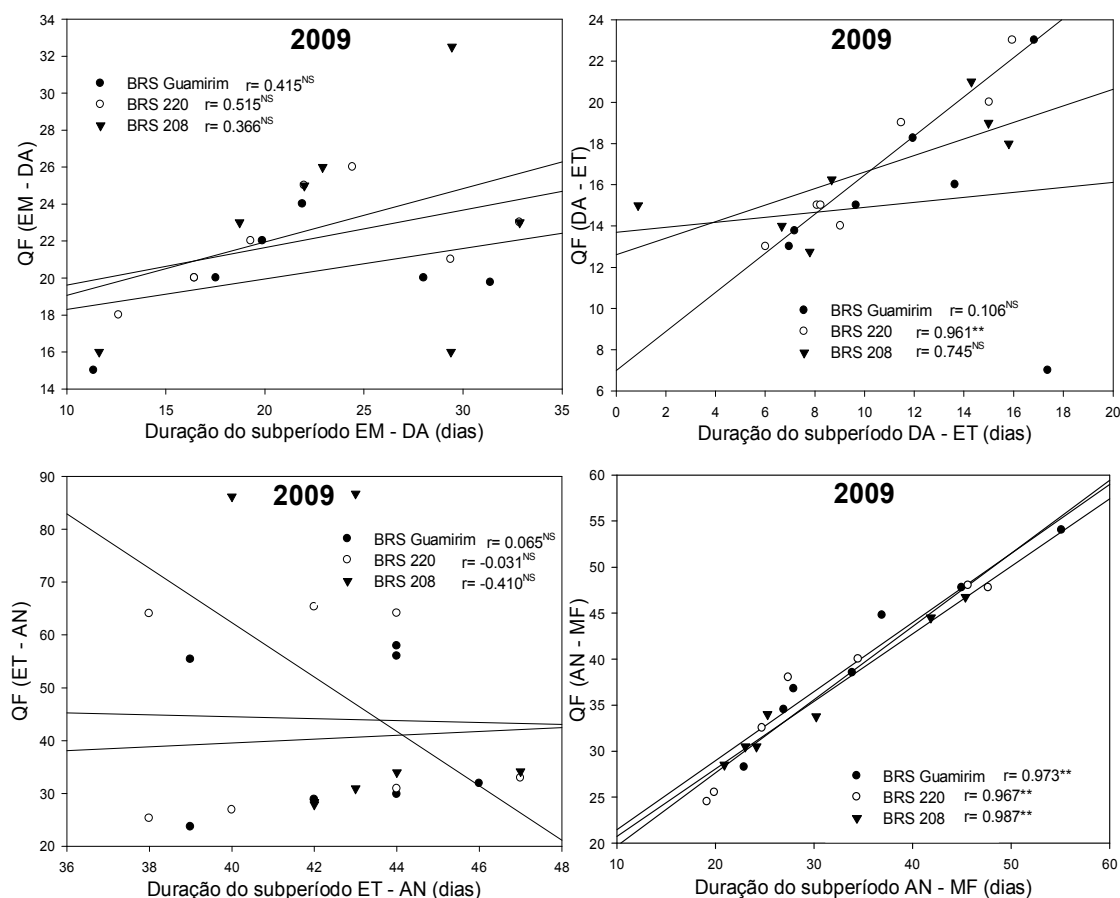


Figura 11 - Correlação entre o quociente fototermal [$MJ/(m^2 \text{ dia } ^\circ C)$] e a duração entre os subperíodos emergência (EM), duplo anel (DA), espiguetta terminal (ET), antese (AN) e maturação fisiológica (MF) para os cultivares BRS Guamarim, BRS 220 e BRS 208 no ano de 2009. UTFPR, 2009.

4.1.1 Número de Espigas m^{-2}

Quanto a o número de espigas m^{-2} , esse componente apresentou diferenças significativas entre os anos de cultivo, mas não apresentou entre os cultivares (figura 12). No ano de 2008, o maior número de espigas m^{-2} foi atingido na última época de semeadura, em 24 de julho (545 espigas m^{-2}), porém, anteriormente houve um segundo pico na produção deste componente, no dia 22 de maio (488 espigas m^{-2}).

No ano de 2009 o número máximo de espigas foi atingido no dia 21 de junho (449 espigas m^{-2}). Este componente de rendimento tem o início de sua diferenciação próximo ao subperíodo de duplo anel e se estende até próximo a antese, estando assim, sujeito as adversidades climáticas, como deficiências hídricas e altas ou baixas temperaturas.

Observa-se que, no ano de 2008, houve um declínio na produção deste componente logo após a terceira época de semeadura, voltando a crescer após a sexta época. Se analisarmos as condições climáticas como a ocorrência de baixas temperaturas (tabela 3), com as datas dos subperíodos (tabelas 6 e 7), observa-se que as épocas que tiveram menor produção deste componente (4^a, 5^a e 6^a épocas) foram afetadas por estas adversidades climáticas, no subperíodos de DA à AN, repercutindo assim na produção do número de espigas.

Porém Wang *et al.* (2003) observaram que os componentes massa de grãos e número de grãos, foram afetados pela sombreamento, mas já o número de espigas m^{-2} não foi afetado.

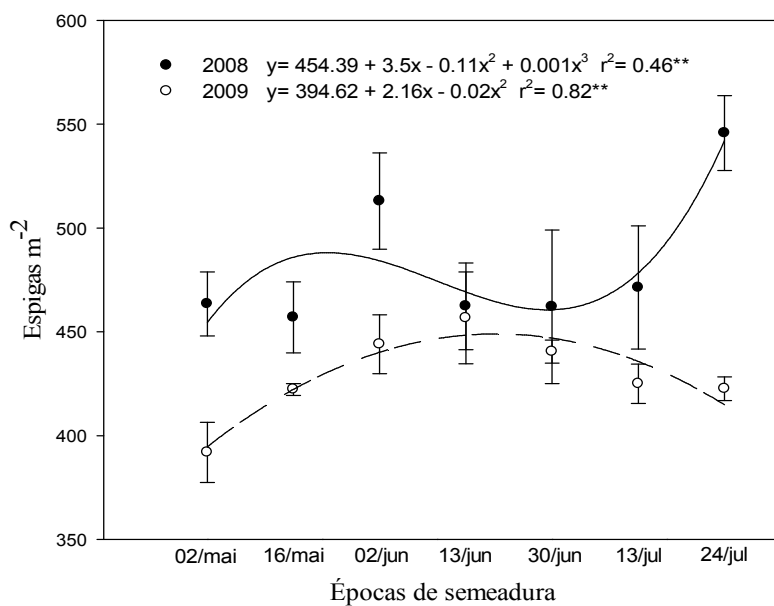


Figura 12 - Número de espigas m^{-2} em relação à época de semeadura nos anos de 2008 e 2009.

Tabela 6 - Data do início dos subperíodos das cultivares BRS Guamirim, BRS 220 e BRS 208 no ano de 2008.

Cultivares	Épocas	SM	EM	DA	ET	NA	MF
BRS Guamirim	1 ^a	6/5	13/5	10/6	22/6	2/8	17/9
	2 ^a	17/5	26/5	24/6	8/7	17/8	11/10
	3 ^a	31/5	8/6	2/7	20/7	24/8	29/9
	4 ^a	14/6	24/6	16/7	1/8	5/9	26/10
	5 ^a	30/6	8/7	30/7	7/8	10/9	26/10
	6 ^a	11/7	24/7	7/8	24/8	2/10	4/11
	7 ^a	26/7	2/8	20/8	5/9	15/10	16/11
BRS 220	1 ^a	6/5	13/5	14/6	28/6	7/8	23/9
	2 ^a	17/5	26/5	24/6	16/7	18/8	14/10
	3 ^a	31/5	8/6	8/7	24/7	25/8	17/10
	4 ^a	14/6	24/6	20/7	5/8	6/9	17/10
	5 ^a	30/6	8/7	1/8	15/8	13/9	26/10
	6 ^a	11/7	24/7	12/8	27/8	5/10	29/10
	7 ^a	26/7	2/8	24/8	10/9	17/10	19/11
BRS 208	1 ^a	6/5	13/5	18/6	29/6	12/8	26/9
	2 ^a	17/5	26/5	28/6	16/7	18/8	11/10
	3 ^a	31/5	8/6	10/7	26/7	27/8	11/10
	4 ^a	14/6	24/6	26/7	5/8	11/9	29/10
	5 ^a	30/6	8/7	2/8	13/8	16/9	29/10
	6 ^a	11/7	24/7	13/8	27/8	8/10	3/11
	7 ^a	26/7	2/8	26/8	12/9	19/10	13/11

SM – semeadura; EM – emergência; DA – duplo anel; ET – espiguetas terminal; AN – antese; MF – maturação fisiológica.

Tabela 7 - Data do início dos subperíodos das cultivares BRS Guamirim, BRS 220 e BRS 208 no ano de 2009.

Cultivares	Épocas	SM	EM	DA	ET	NA	MF
BRS Guamirim	1 ^a	2/5	11/5	31/5	23/6	1/8	27/9
	2 ^a	16/5	25/5	18/6	7/7	19/8	6/10
	3 ^a	2/6	14/6	6/7	21/7	3/9	17/10
	4 ^a	13/6	24/6	14/7	31/7	15/9	22/10
	5 ^a	30/6	11/7	31/7	13/8	26/9	2/11
	6 ^a	13/7	23/7	13/8	19/8	30/9	5/11
	7 ^a	24/7	3/8	18/8	31/8	9/10	7/11
BRS 220	1 ^a	2/5	11/5	2/6	25/6	2/8	18/9
	2 ^a	16/5	25/5	18/6	9/7	20/8	7/10
	3 ^a	2/6	14/6	9/7	23/7	5/9	15/10
	4 ^a	13/6	24/6	14/7	3/8	19/9	27/10
	5 ^a	30/6	11/7	3/8	18/8	1/10	27/10
	6 ^a	13/7	23/7	13/8	26/8	5/10	8/11
	7 ^a	24/7	3/8	21/8	6/9	14/10	7/11
BRS 208	1 ^a	2/5	11/5	6/6	27/6	6/8	21/9
	2 ^a	16/5	25/5	27/6	10/7	22/8	4/10
	3 ^a	2/6	14/6	9/7	27/7	9/9	12/10
	4 ^a	13/6	24/6	17/7	5/8	21/9	25/10
	5 ^a	30/6	11/7	3/8	18/8	30/9	29/10
	6 ^a	13/7	23/7	13/8	27/8	8/10	6/11
	7 ^a	24/7	3/8	19/8	4/9	16/10	12/11

SM – semeadura; EM – emergência; DA – duplo anel; ET – espiguetas terminal; AN – antese; MF – maturação fisiológica.

Ainda com relação às tabelas 6 e 7, é importante salientar, que apesar dos cultivares apresentarem os mesmos ciclos, os estádios ocorreram em datas diferentes, com a seguinte ordem: BRS Guamirim, BRS 220 e BRS 208. Desta forma, observa-se a possibilidade de novas estratégias para minimizar os efeitos de adversidades climáticas.

4.1.2 Número de Espiguetas Espiga⁻¹

Analisando o componente de rendimento número de espiguetas espiga⁻¹ (figura 13), observa-se que houve diferenças significativas entre os anos de 2008 e 2009 e entre os cultivares. Apresentando o ano de 2008, oscilações na produção, essas oscilações atribuídas certamente as estiagem que ocorreram ao longo do cultivo.

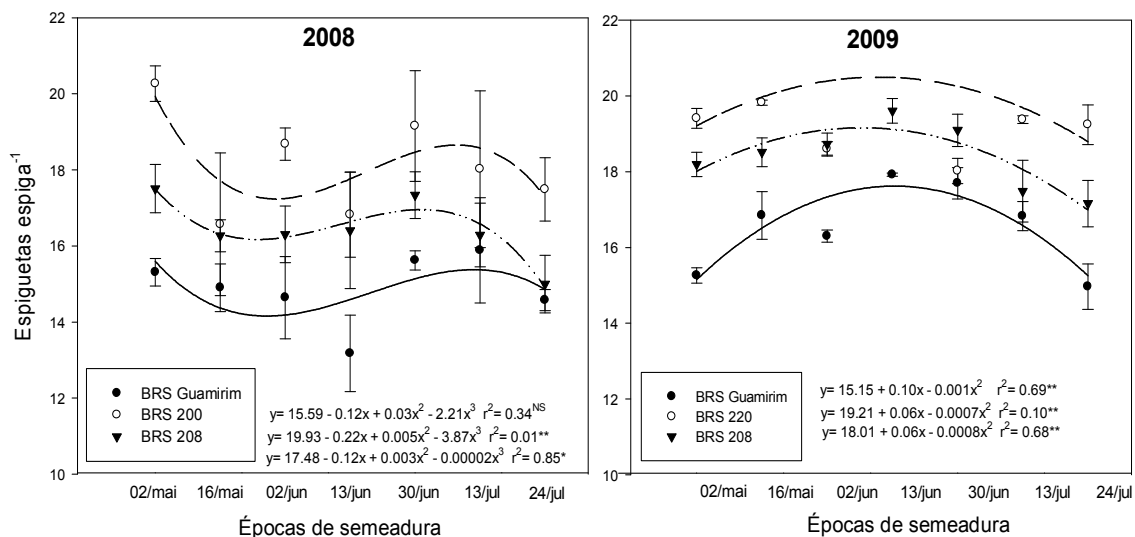


Figura 13 - Produção de espiguetas espiga⁻¹ nos anos de 2008 e 2009 conforme a época de semeadura.

Para todas as cultivares a primeira época de semeadura do ano de 2008, segundo a curva, apresentou o máximo do componente produzido, sendo 20; 17,5 e 15,5 espiguetas espiga⁻¹ para os cultivares BRS 220, BRS 208 e BRS Guamirim, respectivamente. Também, deve-se considerar que o segundo pico de produção de espiguetas espiga⁻¹, para a cultivar BRS 220 foi na semeadura de 11 de julho (18,6), para BRS 208 foi na semeadura de 2 julho (16,9) e para o BRS Guamirim foi na semeadura de 16 de julho (15,3).

No ano de 2009, a curva da produção do número de espiguetas espiga⁻¹ se comportou diferente de 2008, sendo que a cultivar BRS 220 teve a máxima produção de espiguetas espiga⁻¹ na semeadura de 4 de junho, o BRS 208 na semeadura de 8 de junho e o BRS Guamirim na semeadura de 17 de junho, obtendo-se 20,5; 19 e 17 espiguetas espiga⁻¹, respectivamente. É importante salientar que esse componente é diferenciado entre os subperíodos de DA à ET.

Pode-se concluir, analisando as curvas de produção para esse componente, que no ano de 2008 e 2009, com auxílio das tabelas de ocorrência de temperaturas baixas (tabela 3), e das datas de início dos subperíodos das cultivares (tabelas 6 e 7), que as variações do componente espiguetas espiga⁻¹ no ano de 2008 (2^a, 3^a, 4^a

épocas) esteve ligado certamente à deficiência hídrica, pois no ano de 2009, não houve estiagens neste mesmo período e a produção deste componente foi superior.

Outro fator que pode estar ligado a estas variações, ocorridas no ano de 2008, é quanto à ocorrência de temperaturas elevadas (figura 3), ocasionando assim interferência na produção deste componente. Já que temperatura alta é um dos principais determinantes do desenvolvimento e crescimento de trigo, diminuindo o rendimento de 3 a 5% com o aumento de 1 °C, acima de 15 °C em plantas sob condições controladas (GIBSON e PAULSEN, 1999).

4.1.3 Grãos Espiguetas⁻¹

Este componente de rendimento, grãos espiguetas⁻¹, possui sua diferenciação iniciada entre os subperíodos de espiguetas terminal (ET) até logo depois da antese (AN).

Analisando o número de grãos espiguetas⁻¹ produzidos (figura 14), é possível observar que o ano de 2008 foi significativamente superior ao ano de 2009.

Observando-se as curvas, nota-se que no ano de 2008 o máximo número de grãos espiguetas⁻¹, foi atingido na semeadura de 2 de junho, com 2,07 grãos produzidos por espiguetas, diferindo do ano de 2009 onde na semeadura de 16 de junho foi atingido o número de 1,85 grãos espiguetas⁻¹.

Geralmente entre 6 e 12 primórdios florais são definidos por espiguetas, dependendo da posição que estão na espiga, desses, 4 a 5 são viabilizados e podem ser fertilizados na antese Kirby (1988 apud RIBEIRO *et al.*, 2009).

Uma vez determinado o número de grãos, o rendimento torna-se função da taxa de acúmulo de matéria seca e da duração do período de enchimento de grãos (AUDE *et al.*, 1984).

Um dos fatores que pode ter ocasionado a diminuição acentuada no ano de 2008 para 1ª época de semeadura, foi a coincidência do subperíodo de ET a AN com um período de estiagem (figura 1).

Na fotossíntese, a formação e remobilização de reservas e o estabelecimento do número de grãos viáveis, são afetados durante a ocorrência de deficiência hídrica

acarretando, conseqüentemente, variações no comportamento das relações fonte-dreno (GUSTA e CHEN, 1987).

Já para 5^a, 6^a, e 7^a épocas de semeadura, do ano de 2008, a redução do número de grãos produzidos por espiguetas esteve ligadas a outras adversidades climáticas como temperaturas elevadas (>28 °C), ocorrência de temperaturas muito baixas, além de estiagens entre os subperíodos de ET a AN (subperíodo responsável pela definição do número de grãos espiguetas⁻¹).

Machado *et al.* (1993) afirmam que os efeitos da deficiência hídrica ocorridos nas fases próximas à antese e início do crescimento dos grãos afetou com maior severidade os processos relacionados com a fecundação e pegamento de grãos, isto é, o número de grãos viáveis.

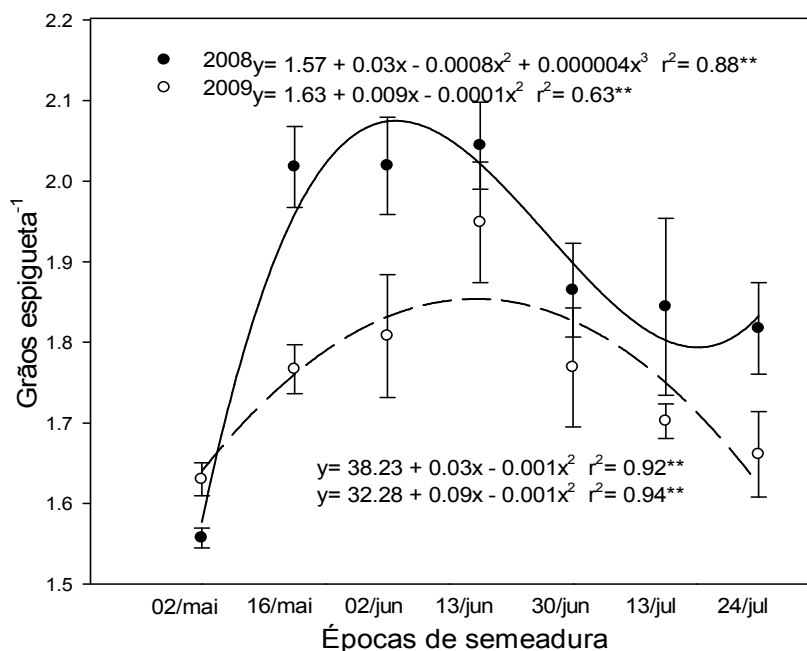


Figura 14 - Número de grãos por espiguetas em relação à época de semeadura nos anos de 2008 e 2009.

Quanto à comparação das médias (tabela 8), observa-se diferença significativa para o número de grãos espiguetas⁻¹ para todas as cultivares entre os anos. Sendo que no ano de 2008 a cultivar BRS 208 apresentou o maior número de deste componente produzido, diferindo das demais cultivares. Já para o ano de

2009, a cultivar BRS 220 foi a que apresentou a maior produção de grãos espigueta¹, diferindo das demais cultivares.

Tabela 8 - Comparação das médias do número de grãos espigueta¹ dos cultivares BRS Guamirim, BRS 220 e BRS 208 nos anos de 2008 e 2009.

Anos	Cultivares						Médias	
	BRS Guamirim		BRS 220		BRS 208			
2008	1.79	aB	1.83	bB	2.01	aA	1.88	a
2009	1.60	bB	1.96	aA	1.69	bB	1.75	b
Médias	1.69	B	1.89	A	1.85	A		

¹ Médias seguidas de mesma letra minúscula nas colunas e maiúsculas nas linhas, não diferem estatisticamente entre si pelo Teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

Desta forma, a ocorrência de adversidades climáticas afetou diretamente o número de grãos produzidos, os quais são produzidos durante os subperíodos de ET até logo após a AN. Conclui-se, então, que no ano de 2008 a não ocorrência de correlação da duração do subperíodo de ET à AN esteve associada com a deficiência hídrica ocorrida nesse subperíodo, pois a ocorrência de altas temperaturas (>28 °C) e baixas foram presentes para ambos os anos, mas, mesmo assim, no ano de 2009 houve correlação da duração do subperíodo com a produção do número de espiguetas.

Para o ano de 2008 o aumento do subperíodo possibilitou maior número de grãos por espigueta, certamente houve maior tempo de direcionamento de fotoassimilados para a sobrevivência de flores e estabelecimento do número de grãos.

Desta forma o aumento do subperíodo vem a confirmar o que foi proposto por Richards e Mirales (1999), que o aumento da duração do subperíodo permite que mais assimilados sejam direcionados para a nutrição das flores, e conseqüentemente, havendo redução na taxa de aborto de flores anteriormente à antese. Rodrigues (2000) complementa, afirmando que a maior disponibilidade de assimilados próximos a antese pode representar mais flores férteis e, conseqüentemente, grãos em maior número e tamanho, com maior capacidade de formar grãos cheios.

4.1.4 Massa Seca de Espigas e de Grãos

Em relação à massa de espigas, observam-se diferenças significativas entre os anos (figura 15). No ano de 2009, que não sofreu com a deficiência hídrica como 2008, ocorreram diminuições diretamente proporcionais com o decorrer das épocas de semeadura.

Em 2008 a máxima produção de massa seca de espiga, foi atingida na semeadura de 23 de maio, com uma produção de 6100 Kg ha⁻¹, decaindo ligeiramente com o decorrer das demais épocas até o dia até a 6ª época, retornando o aumento da massa na 7ª época.

Rodrigues *et al.* (2002), observaram que as variações no número de grãos m⁻² e o índice de colheita podem estar associados com a massa seca de espigas e/ou à participação de biomassa à espiga, os quais encontraram associação positiva entre o número de grãos m⁻² e a massa seca de espigas na antese.

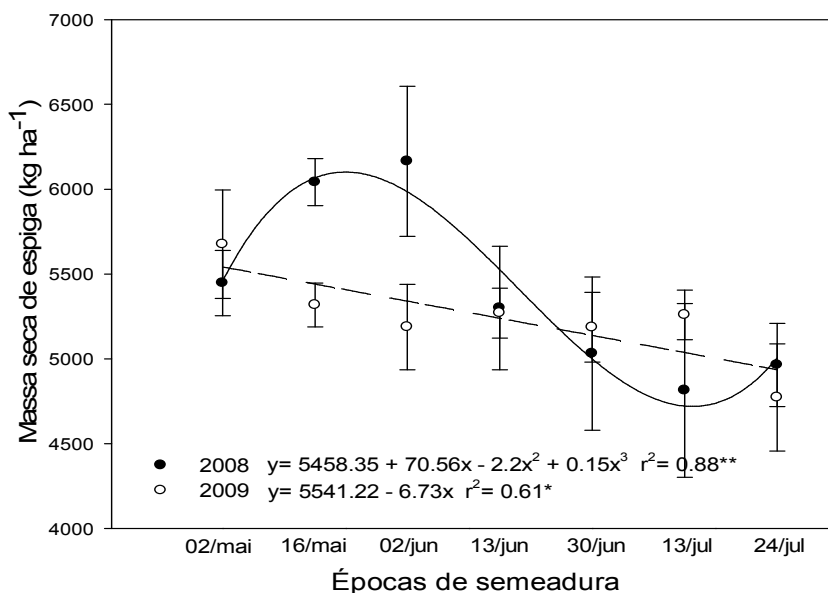


Figura 15 - Massa de seca de espigas (Kg ha⁻¹) em relação à época de semeadura nos anos de 2008 e 2009.

A massa de grãos é definida alguns dias após a AN prolongando-se até MF. Observamos que as curvas da massa de grãos (figura 16) apresentaram diferenças

entre os anos de cultivo, e houve uma diminuição da massa com o decorrer das épocas de cultivo, principalmente para o ano de 2008.

O crescimento dos grãos pode ser avaliado em termos do balanço entre a capacidade da planta de suprir fotoassimilados (fonte) para os grãos (drenos) e do seu próprio potencial de utilização dos substratos disponíveis (FISCHER, 1983).

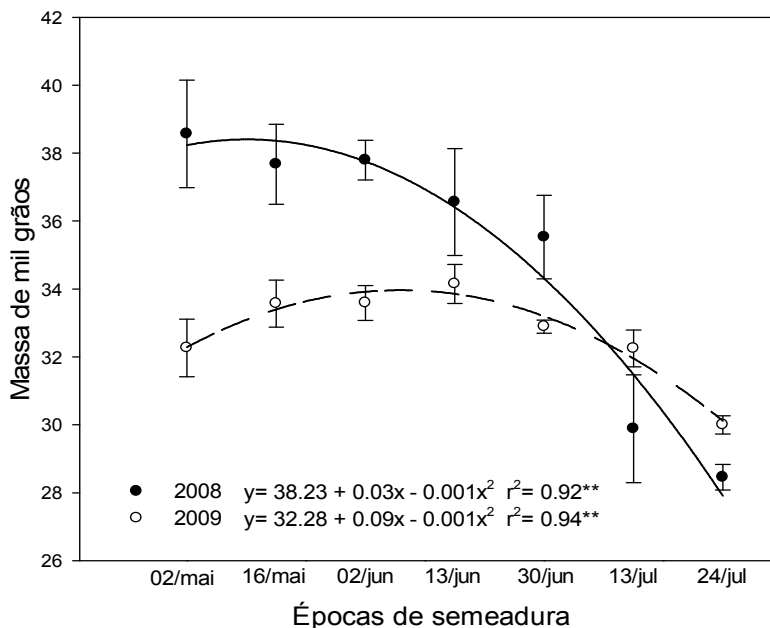


Figura 16 - Massa de mil grãos (g) em relação à época de semeadura nos anos de 2008 e 2009.

Para o ano de 2008 a máxima massa de mil grãos foi atingida na semeadura de 8 de maio e para o ano de 2009 foi na semeadura de 3 de junho, com 38,4 e 33,9 g, respectivamente. Sendo que o potencial da massa de grãos é dependente da temperatura média no período de enchimento de grãos (MENÉNDEZ e SATORRE, 2007). Segundo Gibson e Paulsen (1999) e Menéndez e Satorre (2007) a massa de grãos decai linearmente com o aumento da temperatura durante o período de enchimento de grãos. Teoricamente, com a entrada da primavera as temperaturas tendem a se elevar, e assim esperava-se uma queda linear na massa de grãos, que não ocorreu. Supostamente as baixas temperaturas (tabela 3), podem ter causado danos ao enchimento de grãos (durante os subperíodos de AN à MF) das primeiras épocas do ano de 2009, apresentando uma forma quadrática à curva, e não linear.

Segundo Monteith (1984) pode-se afirmar que os processos de desenvolvimento da plantas de trigo, especialmente as cultivares primaveris, são controlados principalmente pela temperatura. Kolderup (1975) observou que a temperatura ótima do período da AN até a MF para a obtenção de elevada massa de grãos deve ser em torno de 16 °C, ocorrendo diminuição do rendimento de grão na ordem de 3 a 4% a cada 1 °C de aumento.

Corbellini *et al.* (1997), em trabalhos realizados com trigo na Itália, observaram que a ocorrência de temperaturas muito altas (35-40 °C) durante o enchimento de grãos afeta substancialmente a acumulação de matéria seca e de proteína nos grãos de trigo. Calderini *et al.* (1999) afirma que temperaturas superiores a 32 °C durante período de enchimento de grãos, mas também precedente antese, podem afetar significativamente a massa final de grãos.

Ainda em relação à massa de grãos, estudos realizados por Rodrigues *et al.* (2002), verificaram que a massa de grãos nos trigos brasileiros praticamente permaneceu inalterada, o aumento de rendimento esteve relacionado com o aumento do número de grãos m⁻².

O fato das últimas épocas de semeadura, apresentar as menores massas de grãos, pode ser explicado pelo excesso de temperatura. Neste experimento, foram observadas na fase de enchimento de grãos, picos de temperatura superiores a 30 °C.

Hirano (1976) afirma que elevada precipitação pluvial antes da maturação fisiológica do trigo promove decréscimo no enchimento dos grãos, diminuindo a massa de grãos. Scheeren *et al.* (2000) também observaram que durante a fase de grão leitoso, danos ocasionados por geadas, ocasionaram enchimento incompleto dos grãos, resultando em baixo peso do hectolitro (PH) e, por conseqüência, em redução no rendimento de grãos e na qualidade final destes. O sombreamento também pode ocasionar interferência da qualidade industrial (AGUIRRE *et al.*, 2006).

Observou-se ainda quanto ao enchimento de grãos, que existe uma significativa variação, nas cultivares brasileiras de trigo, quanto à duração do período de formação dos grãos (ciclo reprodutivo) sendo mais reduzido nas cultivares tardias, de ciclo vegetativo longo (OSÓRIO e WENDT, 1995).

4.1.5 Índice de Colheita Aparente

O índice de colheita aparente obtido pelos cultivares BRS Guamirim, BRS 220 e BRS 208 teve diferenças significativas entre os anos de cultivo, onde o ano de 2008 apresentou um maior IC em razão da maior produção de grãos (figura 17). O menor IC em 2009 esteve relacionado à baixa disponibilidade de radiação, excesso de precipitação e temperaturas muito baixas, especialmente nos dias 24 e 25 de julho.

A cultivar BRS 220 apresentou o maior IC, seguido pelo BRS Guamirim e BRS 208, em ambos os anos. Os maiores valores obtidos de IC para os anos de 2008 e 2009 estão contidas na tabela 9.

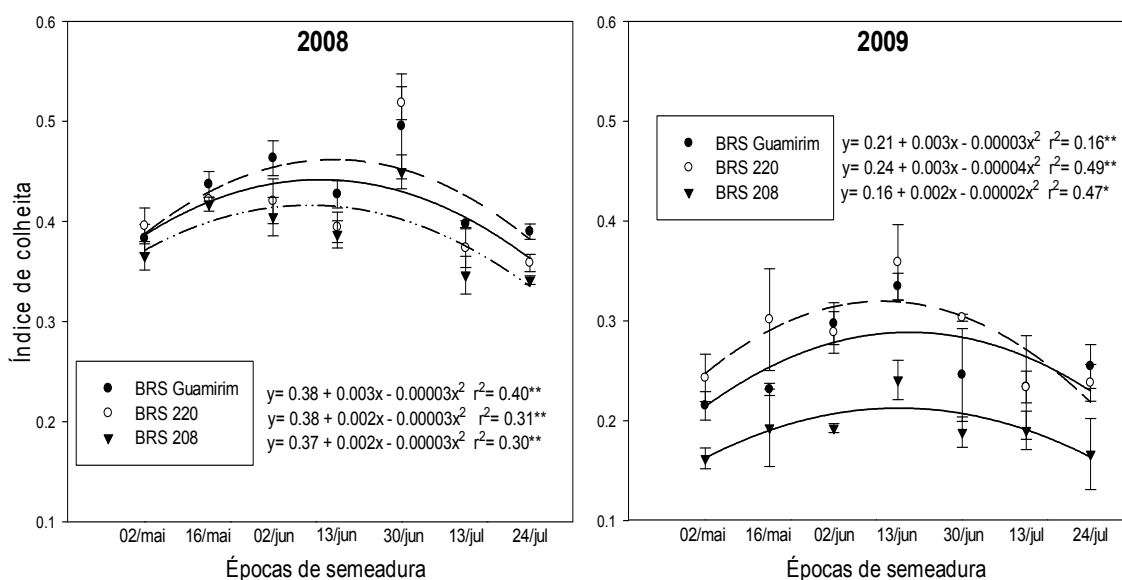


Figura 17 - Índice de colheita dos cultivares BRS Guamirim, BRS 220 e BRS 208 em relação à época de semeadura nos anos de 2008 e 2009.

Tabela 9- Anos de cultivo das cultivares e seus maiores índices de colheita (IC).

Anos	Cultivares	Datas ¹	I. C.
2008	BRS Guamirim	15/jun	0.44
	BRS 220	12/jun	0.46
	BRS 208	10/jun	0.41
2009	BRS Guamirim	19/jun	0.28
	BRS 220	14/jun	0.31
	BRS 208	16/jun	0.21

¹Datas de semeadura que possivelmente apresentaria os maiores Índices de Colheitas.

O índice de colheita aparente (IC) representa a razão entre o rendimento de grãos (parte colhida e comercializada da cultura) e o rendimento biológico (produção total de fitomassa acima do solo). Para Moreira *et al.* (1999) o índice de colheita relaciona o rendimento de grãos com o rendimento biológico, indicando a eficiência com que a planta converte o rendimento biológico em rendimento de grãos, podendo ser empregado para estudar o efeito de fatores ambientais e/ou edáficos (eficiência do uso da radiação) sobre o desenvolvimento e crescimento de determinada cultura.

Encontram-se valores atuais para o índice de colheita de trigo de alto rendimento, próximos a 0,5 e acredita-se no limite máximo próximo a 0,6 (AUSTIN *et al.*, 1980).

Rodrigues *et al.* (2002) observaram que o aumento de rendimento de grãos de trigo nos últimos anos, esteve relacionado com a produção de biomassa total e que o IC permaneceu praticamente inalterado.

O aumento do IC em trigo tem sido associado principalmente com o desenvolvimento de mais de flores definidas na antese preenchendo assim mais grãos por metro quadrado (EVANS e FISCHER, 1999).

4.1.6 Massa Seca da Parte Aérea e Estaturas das Plantas

A matéria seca da parte aérea teve diferenças significativas entre os anos de 2008 e 2009, mas não entre os cultivares (figura 18). Conclui-se que devido às estiagens ocorridas no ano de 2008 a massa seca da parte aérea sofreu variações. Sendo que na última época de semeadura houve aumento não esperado.

Para o ano de 2009, a massa seca da parte aérea decaiu linearmente, como era previsto. Valores semelhantes foram observados para a massa seca das espigas.

Para Heinemann *et al.* (2006) a produção de biomassa pelas culturas está relacionada à quantidade de radiação fotossinteticamente ativa, interceptada e absorvida pelas folhas, e à eficiência com que estas convertem a energia radiante em energia química, pela fotossíntese.

Assumindo que não há limitação de água, a produção de biomassa é o produto da radiação solar, interceptada pelo dossel, convertida em energia química presente na massa seca das plantas (RICHARDS, 2000). Bindraban *et al.* (1998)

afirmaram que a massa seca (MS) durante o duplo anel a antese é altamente correlacionada com o número de grãos.

Aude *et al.* (1984) observaram que uma maior taxa de matéria seca, não corresponde necessariamente a um maior massa de grãos, pois uma alta taxa, em um curto período de enchimento dos grãos, resulta em um baixa massa de grãos na maturação fisiológica.

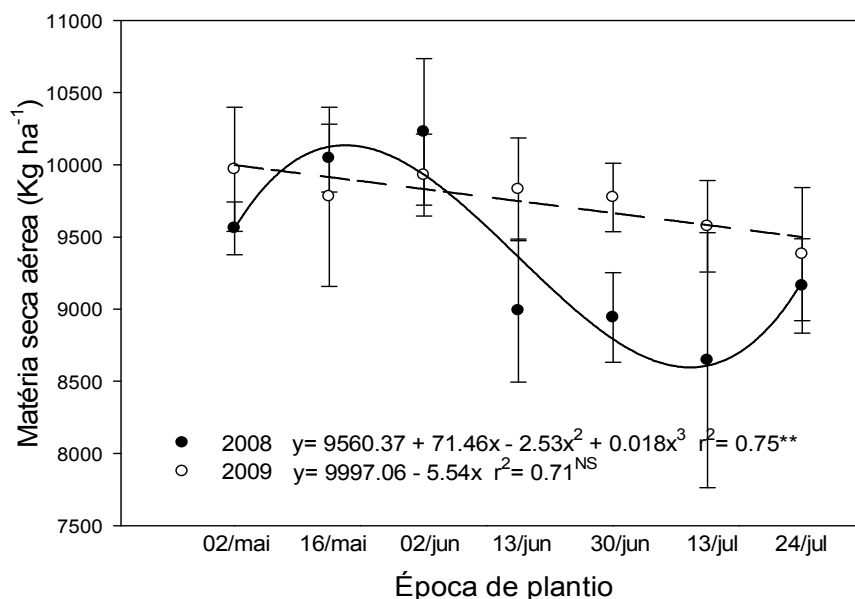


Figura 18 - Matéria seca da parte aérea (Kg ha⁻¹) em relação à época de semeadura nos anos de 2008 e 2009.

Castellarin *et al.* (2005) observaram em experimento realizado, que os tratamentos sem irrigação apresentaram menor produção de biomassa quando comparado com os tratamentos que receberam irrigação, fato também observado neste trabalho, onde no ano de 2008 que possuiu menor quantidade de água disponível, para maioria das épocas, produziu menor quantidade de biomassa quando comparado com o ano de 2009, que apresentou maior quantidade de água disponível.

Na busca de aumentos de rendimento, a seleção para a produção de biomassa não deve ser negligenciada, pois os aumentos de biomassa foram os

grandes responsáveis pelo aos aumentos de produtividade e pouco se deveu a alterações na taxa de fotossíntese por unidade de área foliar, outro fator, é quanto o fechamento o mais rapidamente do dossel nas fases iniciais da cultura (RICHARDS, 2000).

Quanto à estatura das plantas, como era esperado, diminuiu a o longo das épocas de semeadura, sendo que as primeiras épocas de semeadura atingiram as maiores estaturas, diminuindo linearmente com o decorrer das demais épocas. O ano de 2009, em razão dos maiores índices de precipitação e da melhor e maior distribuição, possibilitou que os cultivares atingissem uma maior estatura das plantas (figura 19), em comparação com o ano de 2008, o qual passou por várias estiagens. Também, a maior estatura pode estar relacionada ao maior sombreamento (nebulosidade) e ao fenômeno de estiolamento.

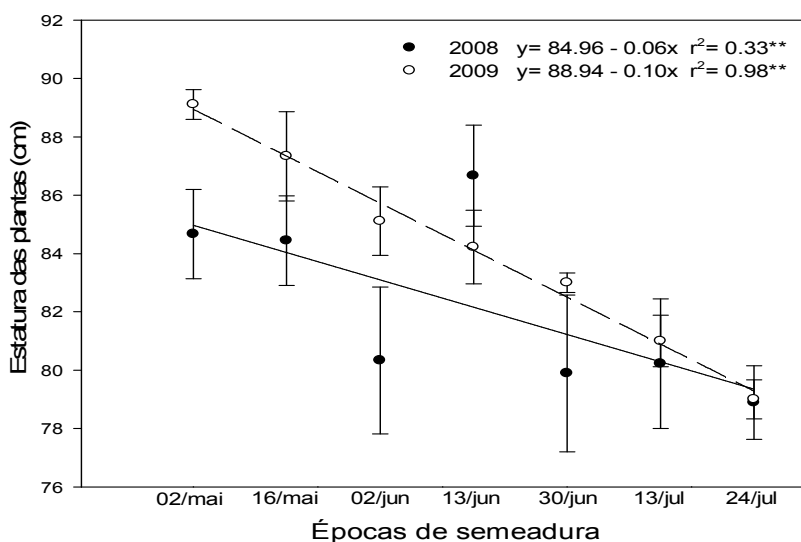


Figura 19 - Estatura de plantas (cm) em relação à época de semeadura nos anos de 2008 e 2009.

Uma das explicações da diminuição gradual na estatura das plantas para ambos os anos é devido à alta resposta da cultura à temperatura, com a entrada da primavera as temperaturas tendem a se elevar interferindo no aceleração do ritmo de desenvolvimento, promovendo, assim um estímulo ao florescimento mais precoce em comparação com a ocorrência de temperaturas mais baixas para um mesmo período.

Em experimentos realizados de 1979 a 1982, com oito épocas de semeadura, foi verificado que a maior altura de plantas foi obtido no ano de maior precipitação (FELÍCIO *et al.*, 1991), confirmando o que foi observado nesse experimento.

Com diferentes épocas de semeadura, observa-se efeitos da radiação e da temperatura no crescimento e produtividade de trigo, sendo que a medida que se atrasa a época de semeadura, a cultura cresce em temperaturas mais altas, repercutindo no encurtamento dos subperíodos, tendo como consequência, na pré antese, menor área foliar, assim menor radiação absorvida e menor tempo a cultura exposta a radiação, tendo ambos os fatores diminuição da produção de matéria seca e número de grãos m^{-2} , quanto na pós-antese o aumento da temperatura repercute em menor massa de grãos (POZO, 1988).

Em relação à comparação das médias das estaturas dos cultivares, observa-se (tabela 10) que houve diferenças significativas entre os anos de cultivo, para a cultivar BRS Guamirim, a qual apresentou maior estatura no ano de 2009, supostamente característica da cultivar, em resposta a maior disponibilidade de água ocorrido no ano de 2009. Já os cultivares BRS 220 e BRS 208 não diferiram estatisticamente entre os anos.

Quanto às estaturas entre os cultivares, observa-se que houve diferenças significativas entre eles, em ambos os anos, sendo que o cultivar que apresentou maior estatura foi o BRS 208, seguido pelo BRS 220 e pelo BRS Guamirim.

Tabela 10 - Comparação das médias da estatura de plantas (cm) dos cultivares BRS Guamirim, BRS 220 e BRS 208 nos anos de 2008 e 2009.

Anos	Cultivares						Médias	
	BRS Guamirim		BRS 220		BRS 208			
2008	71	bC	82	aB	92	aA	82	b
2009	75	aC	81	aB	94	aA	84	a
Médias	73	C	82	B	93	A		

¹ Médias seguidas de mesma letra minúscula nas colunas e maiúsculas nas linhas, não diferem estatisticamente entre si pelo Teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

Machado (2008) comenta que o excesso de calor causa efeitos diretos sobre a cultura do trigo, diminuindo a duração dos estádios de desenvolvimento e da altura das plantas.

Outra explicação da diminuição da estatura das plantas com o decorrer das épocas de semeadura é quanto à sensibilidade que a cultura pode apresentar em relação a o fotoperíodo, ou seja, com aumento do fotoperíodo a cultura tende a entrar em fase de florescimento, desta forma, diminuindo seu crescimento.

Ribeiro *et al.* (2009) observou que o fotoperíodo influencia a taxa de desenvolvimento e a duração do ciclo do trigo e que a resposta ao fotoperíodo na fase reprodutiva é dependente do genótipo.

Como foi possível observar, as adversidades climáticas exerceram os mais variados danos a cultura, refletindo na diminuição do rendimento final. Aude *et al.* (1984) observaram que cultivares de mesmo ciclo e semeadas no mesmo dia, entraram em antese em datas diferentes, mesmo caso dos cultivares utilizados neste experimento (tabelas 6 e 7), assim percebe-se a necessidade da diversificação dos cultivares, minimizando os efeitos causados pelos estresses, pois estes cultivares estarão em estádios diferentes, quando coincidirem com as adversidades climáticas.

5 CONCLUSÕES

A realização dos experimentos permitiu observar as seguintes conclusões:

Os anos de cultivo de 2008 e 2009 apresentaram diferenças acentuadas quanto aos fatores meteorológicos. Assim pode-se observar a influência que estes exercem na definição dos componentes de rendimento, principalmente quanto ao índice de precipitação e a radiação solar global.

Apesar dos cultivares apresentarem os mesmos ciclos, os estádios ocorrem em épocas diferentes, observando-se assim a importância da diversificação dos cultivares, para a minimização das adversidades climáticas.

Não foi possível observar efeitos claros nas condições ambientais do quociente fototermal (QF) sobre a definição dos componentes de rendimento.

O aumento de rendimento no ano de 2009 esteve associado com o aumento do subperíodo ET à AN, repercutindo no aumento do número de grãos por espiguetas.

Para o ano de 2008 o subperíodo que esteve associado com o aumento do rendimento foi AN-MF, ocasionando aumento da massa de grãos.

As semeaduras caso realizadas nos dias 30 de maio e 14 de junho, ocasionariam os maiores rendimentos para os anos de 2008 e 2009, respectivamente.

Anos com maiores índices de precipitação exercem efeitos negativos na definição do rendimento de grãos.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

As condições climáticas observadas durante os experimentos influenciaram diretamente no rendimento da cultura do trigo.

Dentre as adversidades climáticas, o excesso de precipitação teve destaque, principalmente sobre a diminuição da radiação solar, devido à interferência ocasionada, pela nebulosidade. Sendo que muitas vezes a falta da radiação, passa despercebida, como um dos fatores da causa da diminuição da produtividade.

Um exemplo, da interferência da radiação solar, é o caso das altas produtividades obtidas nas lavouras de trigo irrigadas, localizadas no Brasil Central, onde recebem maiores intensidades de radiação solar.

Observa-se desta forma a necessidade de estudos mais específicos, sobre o melhor aproveitamento da radiação solar, nas condições de Pato Branco.

Verifica-se na literatura muitos esforços, na tentativa de minimizar os danos causados pela deficiência hídrica, mas praticamente são inexistentes, quanto os danos ocasionados pelo excesso hídrico, este experimento reforça a necessidade de mais estudos para minimizar estes efeitos negativos. Como previsões do clima, as mais corretas possíveis para a realização da escolha das melhores épocas de semeadura.

Devido as cultivares utilizados serem amplamente semeados na região, e possuírem os mesmos ciclos, podemos observar que cada um apresentou diferentes datas para os subperíodos, especialmente para o período de maior importância, que concentra-se próximo a antese. Desta forma, observamos a necessidade, conforme sugere Aude *et al.* (1984) da diversificação dos cultivares, para estabelecimento das lavouras. Assim, estará sendo minimizados os danos causados por estresses a cultura. Ou até mesmo, em pequenas áreas de cultivo, a diversificação das épocas de semeadura, desde que não se estendam, conforme observado no experimento por mais de duas semanas (concentrando-se durante a primeira quinzena de junho).

Apesar da região de Pato Branco-PR, ter a semeadura da cultura do trigo estendendo-se ao longo dos meses de maio a julho é de extrema importância, desta forma, que estas épocas de semeaduras sejam ajustadas, para permitir aumentar a produtividade das lavouras.

REFERÊNCIAS

- AGUIRRE, A. *et al.* Effects of incident radiation and nitrogen availability on the quality parameters of triticale grains in Argentina. Cambridge University Press, v. 42, p. 311-322, 2006.
- ALBERTO, Cleber Maus. *et al.* Resposta à vernalização de cultivares Brasileiras de trigo. Agrometeorologia. *Bragantia*, Campinas, v. 68, n. 2, p. 535-543, 2009.
- ALBRECHT, Júlio César. É hora de plantar trigo irrigado no cerrado. *Revista EMBRAPA*, Brasília, Embrapa, n. 87, 2005.
- ALVES, Sergio Moita; SILVA, Frederico Fonseca. Irrigação Na Agricultura: O Caso Do Trigo. *Revista Cesumar - Ciências Humanas e Sociais Aplicadas*, v. 12, n. 2, p. 239-249, 2007.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DO TRIGO. História do trigo. Parte 2: A Triticultura Brasileira. Disponível em: <http://www.abitrigo.com.br/historia_do_trigo2a.asp>. Acesso em: 28 nov. 2009.
- AUDE, Maria Isabel. *et al.* Taxa de acúmulo de matéria seca e duração do período de enchimento de grãos do trigo. *Pesquisa agropecuária brasileira*, Brasília, v. 29, n.10, p. 1533-1539, 1984.
- AUSTIN, R. B. Physiological limitations to cereal yields and ways of reducing them by breeding. In: Hurd RG, Biscoe PV, Dennis C, eds. *Opportunities for increasing crop yields*, London: Pitman, p. 3-19, 1980.
- BINDRABANA, Prem S.; SAYRE, Ken D.; SOLIS-MOYA, Ernesto. Identificar fatores que determinam kernel número de trigo. Dept. of Theoretical Production Ecology, Wageningen Agricultural University, 1998.
- BORNER, Andreas. *et al.* Associations between geographical origin and morphological characters in bred wheat (*Triticum aestivum* L.). *Plant Genetic Resources*, Cambridge, v. 3, n. 3, p. 360-372, 2005.
- CALDERINI, Daniel F.; DRECCER, Fernanda M.; SLAFER, Gustavo A. Consequences of breeding on biomass, radiation interception and radiation-use efficiency in wheat. *Field Crops Research*, Amsterdam, v. 52, n. 3, p. 271-281, 1997.
- CARGNIN, Adeliano. *et al.* Tolerância ao estresse de calor em trigo. *Bragantia*, Campinas, v. 65, n. 2, p. 245-251, 2006.
- CASTELLARÍN, J. M. *et al.* Influencia de la disponibilidad de agua y de la radiacion sobre parametros fisiologicos en cultivares de trigo con diferente estructura de canopeo. *Ecofisiologia y Manejo de los Cultivos - Mar del Plata (Buenos Aires)*, 2005.

CORBELLINI, Marco. *et al.* Effect of the duration and intensity of heat shock during grain filling on dry matter and protein accumulation, technological quality and protein composition in bread and durum wheat. *Australian Journal of Plant Physiology*, v. 24, p. 245-260, 1997.

CUNHA, Gilberto R. *et al.* Zoneamento agrícola e época de semeadura para trigo no Rio Grande do Sul. *Embrapa Trigo-Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento*. Passo Fundo, n. 2, 1999.

CUNHA, Gilberto R. *et al.* Zoneamento agrícola e época de semeadura para trigo no Brasil. *Revista Brasileira de Agrometeorologia*. Passo Fundo. v. 9, n. 3, p. 400-414, 2001. Disponível em: <<http://www.cnpt.embrapa.br/pesquisa/agromet/pdf/revista/cap3.pdf>>. Acesso em: 14 dez. 2009.

CUNHA, Gilberto R.; PIRES, João L. F.; PASINATO, Ademir; DALMAGO, Genei A. Variabilidade temporal e espacial do quociente fototermal no Rio Grande do Sul e suas implicações para a expressão do potencial de rendimento de grãos de trigo. *Revista Brasileira de Agrometeorologia*. v. 13, n. 1, p. 91-101, 2005.

EMBRAPA TRIGO. Informações gerais sobre a cultura do trigo. Disponível em: <<http://www.cnpt.embrapa.br/culturas/trigo>>. Acesso em: 21 set. 2009.

EMBRAPA TRIGO. Regiões de adaptação para trigo no Brasil - Circular técnica online, Passo Fundo, 2006.

ESTRADA-CAMPUZANO, Gaspar; MIRALLES, Daniel J.; SLAFER, Gustavo A. Yield determination in triticale as affected by radiation in different development phases. *European Journal of Agronomy*, p. 597-605, 2008.

EVANS, L. T.; FICHER, R. Anthony. Potential: Its Definition, Measurement, and Significance. *Crop Science*, v. 39, p. 1544-1551, 1999.

FELÍCIO, João C. *et al.* TRIGO: Épocas de semeadura em Assis (Vale do Paranapanema), SP, no período 1978-82. *Bragantia*, Campinas, p. 115-128, 1991.

FIETZ, Carlos R.; SOUSA, Paulo G.; URCHEI, Mário A. Análise da época de semeadura para trigo na região de Dourados, MS. *Revista Brasileira de Agrometeorologia*, Santa Maria, v. 13, n. 1, p. 59-63, 2005.

FISCHER, Anthony R. Wheat. In: *Symposium on Potential Productivity Field Crops Under Different Environments*, Los Banos, Philippines, p. 524, 1983.

FISCHER, Anthony R. Number of kernels in wheat crops and the influence of solar radiation and temperature. *Journal of Agricultural Science (Cambridge)*, v. 105, p. 447-461, 1985.

FISCHER, Anthony R. The importance of grain or kernel number in wheat: A reply to Sinclair and Jamieson. *Field Crops Research*, v. 105, p. 15-21, 2008.

FRIZZONE, José A.; OLITTA, Antonio F. L. Efeitos da supressão de água em diferentes fases do crescimento e na produção do trigo. *Engenharia Rural*, Piracicaba, v. 1, n. 1, p. 23-36, 1990.

GIBSON, Lee R.; PAULSEN, Gelsen M. Yield Components of Wheat Grown under High Temperature Stress during Reproductive Growth. *Crop Science*, v. 39, 1999.

GIFFORD, Roger M. *et al.* Crop productivity and photoassimilate partitioning. *Science*, v. 225, p. 801-808, 1984.

GUSTA, Linon V.; CHEN, Tini H.H. The physiology of water and temperature stress. In: HEYNE, E.G. ed. *Wheat Improvement*. Madison, A.S.A., 1987.

HEINEMANN, Alexandre B. *et al.* Eficiência de uso da radiação solar na produtividade do trigo decorrente da adubação nitrogenada. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola Ambiental*, v. 10, n. 2, p. 352-356, 2006.

HIRANO, Jusuke. Effects of rain in ripening period on the grain quality of wheat. *Japan Agricultural Research Quarterly*, v. 10, n. 4, p. 168-173, 1976.

IGNACZAK, João C. *et al.* Dinâmica da produção de trigo no Brasil no período de 1975 a 2003. *Embrapa Trigo-Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento*, Passo Fundo, n. 36, 2006. Disponível em: <<http://www.cnpt.embrapa.br/publicacoes/puboltri>>. Acesso em: 21 out. 2009.

KOLDERUP, Frederic. Effects of temperature, photoperiod and light quality on protein production in wheat grains. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, Noruega, v. 26, p. 583-592, 1975.

LIBARDI, Virgilio C.; COSTA, Maurice B. Consumo d'água da cultura do trigo (*Triticum aestivum*, L.). *Revista da FZVA. Uruguaiana*, v. 4, n. 1, p. 16-23. 1997. Disponível em: <<http://revistaseletronicas.pucrs.br/ojs/index.php/fzva/article/view/1962/1466>>. Acesso em: 18 nov. 2009.

MACHADO, Eduardo C.; LAGÕA, Ana M.; TICELLI, Marcelo. Relações fonte-dreno em trigo submetido à deficiência hídrica no estádio reprodutivo. *Revista Brasileira Fisiologia Vegetal*, 1993.

MENÉNDEZ, Fernando J.; SATORRE, Emilio H. Evaluating wheat yield potential determination in the Argentine Pampas. *Agricultural Systems*, 2007.

MIRALLES, Daniel J. Consideraciones sobre ecofisiología y manejo de trigo. *Información técnica de trigo*. 2004. *Publicación Miscelânea*, n. 101, 2004.

MOREIRA, Mauricio A.; FILHO, Rubens A.; RUDORFF, Bernardo F.T. Eficiência do uso da radiação e índice de colheita em trigo submetido a estresse hídrico em diferentes estádios de desenvolvimento. *Scientia Agricola*, v. 56, n. 3, Piracicaba, 1999.

MONTEITH, John. L. Consistency and convenience in the choice of units for agricultural science. *Experimental Agriculture*, v. 20, p. 125-137, 1984.

NERSON, Hans. *et al.* Short communications – a scale for the assessment of the developmental stages of the wheat (*Triticum aestivum* L.) spike. *Annals of Botany*, v. 45, p. 203-204, 1980.

NODA, Kenji. *et al.* Response of wheat grain to ABA and imbibition at low temperature. *Plant Breeding*, Berlin, v. 113, n. 1, p. 53-57, 1994.

OVIEDO, Antonio F. P.; HERZ, Renato; RUDORFF, Bernardo, F.T. Efeito do Estresse Hídrico e da Densidade de Plantio no Uso da Radiação e Produtividade da Cultura do Trigo (*Triticum aestivum* L.). *Rev. biociênc.Taubaté*, v. 7, n. 1, p. 23-33, 2001.

OSÓRIO, E. A.; WENDT, W. Duração do período de formação do grão em trigo. *Scientia Agrícola*, Piracicaba, v. 52, n. 2, 1995.

OZKAN, H.; LEVY, A.A.; FELDMAN, M. Allopolyploidy-induced rapid genome evolution in the wheat (*Aegilops-Triticum*) group. *The Plant Cell*, v.13, p. 1735-1747. 2001.

POZO, Alejandro. El rol de la temperatura y radiacion solar en el crecimiento y la produccion del trigo primaveral, con diferentes epocas de siembra. v. 48, p. 242-251, 1988.

RIBEIRO, Tanaka L. P. *et al.* Respostas fenológicas de cultivares brasileiras de trigo à vernalização e ao fotoperíodo. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v. 44, n. 11, p. 1383-1390, 2009. Disponível em: <<http://webnotes.sct.embrapa.br/pdf/pab2009/11/44n11a03.pdf>>. Acesso em: 14 dez. 2009.

RICHARDS, Richard A. Selectable traits to increase crop photosynthesis and yield of grain crops. *Journal of Experimental Botany*, v. 51, p. 447-458, Canberra, Austrália, 2000.

RODRIGUES, Osmar. *et al.* Efeito da deficiência hídrica na produção de trigo. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v. 33, n. 6, p. 839-846, 1998.

RODRIGUES, Osmar. *et al.* Desenvolvimento de trigo: efeito da temperatura. *Circular Técnica Online*. n. 3, 2001. Disponível: <http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/p_ci03_1.htm#endereco>. Acesso em: 17 jul. 2009.

RODRIGUES, Osmar. Manejo de trigo: bases ecofisiológicas. In: Cunha, Gilberto R.; Bacaltchuk, B. Tecnologia para produzir trigo no Rio Grande do Sul. Porto Alegre, p.120-169, 2000.

RODRIGUES, Osmar. *et al.* Características fisiológicas associadas ao avanço no potencial de rendimento de grãos de trigo. Passo Fundo, Embrapa Trigo, 2002.

RODRIGUES, Osmar. *et al.* Efeito da aplicação de herbicida hormonal em diferentes estádios de desenvolvimento de trigo (*Triticum aestivum* L. cvs. Embrapa 16 e BRS 23). Revista Brasileira de Herbicidas, v. 1, p. 19-29, 2006.

RODRIGUES, Osmar. Macroprograma 2- Competitividade e Sustentabilidade. Integração do trigo a sistemas diversificados de exploração Agropecuária na Região Sul do Brasil. EMBRAPA, 2006.

RODRIGUES, Osmar. Fifty years of wheat breeding in Southern Brazil: yield improvement and associated changes. Pesquisa Agropecuária Brasileira. v. 42, n. 6, p. 817-825, 2007.

SANTOS, Reginaldo F.; CARLESSO, Reimar. Déficit hídrico e os processos morfológico e fisiológico das plantas. Revista brasileira de engenharia agrícola e ambiental, v. 2, n. 3, p. 287-294, 1998. Disponível em: <<http://www.agriambi.com.br/revista/v2n3/287.pdf>>. Acesso em: 05 set. 2009.

SAVIN, Roxana; SLAFER, Gustavo A. Shading effects on yield of an Argentinian wheat cultivar. Journal of Agricultural Science, London, v. 116, p. 1-7, 1991.

SCHEEREN, Pedro L. *et al.* Efeito do frio em trigo. Passo Fundo: Embrapa Trigo (Embrapa Trigo. Comunicado Técnico Online, 57), 2000. Disponível em: <http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/p_co57.htm>. Acesso em: 21 set. 2009.

SIGMAPLOT – Exact Graphy for Exact Science. Version 8.0, 1999.

SILVA, Francisco de A.; AZEVEDO, Carlos A. Principal Components Analysis in the Software Assistat-Statistical Attendance. In: WORLD CONGRESS ON COMPUTERS IN AGRICULTURE, 7, Reno-NV-USA: American Society of Agricultural and Biological Engineers, 2009.

SIQUEIRA, Otávio J. W.; STEINMETZ, Sílvio; FERREIRA, Mauro F. Mudanças climáticas projetadas através dos modelos GISS e reflexos na produção agrícola brasileira. Revista Brasileira de Agrometeorologia, v. 8, p. 311-320, 2000.

SLAFER, Gustavo A. *et al.* Photoperiod sensitivity during stem elongation as an avenue to raise potential yield in wheat. In: BEDÖ, Z.; LÁNG, L. (Eds). Wheat in a global environment. 786 p. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, p. 487-496, 2001.

SLAFER, Gustavo A.; CALDERINI, Daniel F.; MIRALLES, Daniel J. Yield components and compensation in wheat: opportunities for further increasing yield potential. Mexico, CIMMYT, p. 101-133, 1996.

SLAFER, Gustavo A.; RAWSON, Howard M. Sensitivity of wheat phasic development to major environmental factors: a re-examination of some assumptions made by physiologists and modellers. Australian Journal of Plant Physiology, v. 21, p. 393-426, 1994.

TOMASINI, Roque G. A.; AMBROSI, Ivo. Aspectos Econômicos Da Cultura De Trigo. Cadernos de Ciência & Tecnologia, Brasília, v. 15, n. 2, p. 59-84, 1998.

USDA - United States Department of Agriculture, Foreign Agricultural Service. Production, Supply and Distribution Online: Custom Query. USA, 2009. Disponível em: <<http://www.fas.usda.gov/psdonline/psdQuery.aspx>>. Acesso em: 20 out. 2009.

VERÓN, Santiago R.; PARUELO, José M.; SLAFER, Gustavo A. Interannual variability of wheat yield in the Argentine Pampas during the 20th century. Agriculture, Ecosystems and Environment, v. 103, p. 177-190, 2004.

WALTER, Lidiane C. *et al.* Desenvolvimento vegetativo e reprodutivo de cultivares de trigo e sua associação com a emissão de folhas. Ciência Rural, Santa Maria, 2009. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/cr/2009nahead/a306cr18_68.pdf>. Acesso em: 11 set. 2009.

WANG, Z. *et al.* Allocation of photosynthates and grain growth of two wheat cultivars with different potential grain growth in response to pre- and post-anthesis shading. J. Agronomy & Crop Science, v. 189, p. 280-285, 2003.

ANEXOS

**ANEXO I- Croquis da área experimental do ano de 2008 e 2009,
respectivamente.**

6ª Época		7ª Época		4ª Época		2ª Época	
BRS 220	BRS Gua.	BRS 208	BRS 220	BRS Gua.	BRS 208	BRS Gua.	BRS 220
BRS 208	BRS 208	BRS 208	BRS 220	BRS 220	BRS 208	BRS 208	BRS 208
5ª Época		1ª Época		3ª Época		3ª Época	
BRS Gua.	BRS 208	BRS Gua.	BRS 208	BRS 220	BRS 208	BRS 208	BRS Gua.
BRS 208	BRS 220	BRS 208	BRS 220	BRS 220	BRS 220	BRS 208	BRS 220
2ª Época		3ª Época		5ª Época		1ª Época	
BRS Gua.	BRS 208	BRS 208	BRS Gua.	BRS 220	BRS Gua.	BRS 220	BRS Gua.
BRS 208	BRS 220	BRS 208	BRS 220	BRS 208	BRS 220	BRS 208	BRS 208
6ª Época		7ª Época		4ª Época		5ª Época	
BRS 220	BRS 208	BRS 208	BRS 208	BRS 208	BRS 208	BRS 208	BRS 220
BRS 208	BRS 208	BRS 208	BRS 220	BRS 220	BRS 220	BRS 220	BRS 220
7ª Época		2ª Época		3ª Época		5ª Época	
BRS 208	BRS 220	BRS 220	BRS 208	BRS Gua.	BRS 220	BRS Gua.	BRS Gua.
BRS 220	BRS Gua.	BRS 208	BRS 208	BRS 208	BRS 208	BRS 208	BRS 220
1ª Época		4ª Época		6ª Época		6ª Época	
BRS 220	BRS Gua.	BRS 208	BRS 220	BRS Gua.	BRS 208	BRS 208	BRS 220
BRS 208	BRS 208	BRS 220	BRS 220	BRS 208	BRS 208	BRS 208	BRS 220

Bloco 1:

Bloco 2:

Bloco 3:

6ª Época		5ª Época		3ª Época		2ª Época	
BRS Gua.	BRS 208	BRS 220	BRS Gua.	BRS 208	BRS 220	BRS Gua.	BRS 208
1ª Época		4ª Época		5ª Época		7ª Época	
BRS 208	BRS 220	BRS Gua.	BRS 208	BRS 208	BRS 220	BRS Gua.	BRS 208
7ª Época		6ª Época		2ª Época		1ª Época	
BRS 220	BRS Gua.	BRS 208	BRS 220	BRS Gua.	BRS 208	BRS Gua.	BRS 220
3ª Época		2ª Época		2ª Época		4ª Época	
BRS Gua.	BRS 208	BRS Gua.	BRS 208	BRS Gua.	BRS 208	BRS 208	BRS 220
4ª Época		1ª Época		2ª Época		3ª Época	
BRS Gua.	BRS 208	BRS 208	BRS Gua.	BRS 220	BRS 208	BRS Gua.	BRS 208
5ª Época		7ª Época		6ª Época		5ª Época	
BRS Gua.	BRS 220	BRS 208	BRS Gua.	BRS Gua.	BRS 220	BRS 208	BRS Gua.
5ª Época		3ª Época		1ª Época		7ª Época	
BRS Gua.	BRS 220	BRS 208	BRS 208	BRS Gua.	BRS 208	BRS Gua.	BRS 220
2ª Época		4ª Época		6ª Época		6ª Época	
BRS 220	BRS Gua.	BRS 208	BRS 220	BRS 220	BRS 208	BRS 220	BRS Gua.

Bloco 1:

Bloco 2:

Bloco 3:

Bloco 4:

Livros Grátis

(<http://www.livrosgratis.com.br>)

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)
[Baixar livros de Matemática](#)
[Baixar livros de Medicina](#)
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)
[Baixar livros de Meteorologia](#)
[Baixar Monografias e TCC](#)
[Baixar livros Multidisciplinar](#)
[Baixar livros de Música](#)
[Baixar livros de Psicologia](#)
[Baixar livros de Química](#)
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)
[Baixar livros de Serviço Social](#)
[Baixar livros de Sociologia](#)
[Baixar livros de Teologia](#)
[Baixar livros de Trabalho](#)
[Baixar livros de Turismo](#)