

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA
Campus DE FREDERICO WESTPHALEN
Programa de Pós-Graduação em Agronomia: Agricultura e Ambiente

**Resposta de cultivares de trigo (*Triticum aestivum* L.)
à interferência de plantas daninhas**

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

Marcela Reinehr

Frederico Westphalen, RS, Brasil

2013

Resposta de cultivares de trigo (*Triticum aestivum* L.) à interferência de plantas daninhas

Marcela Reinehr

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Agronomia: Agricultura e Ambiente, Área de Concentração em Recursos Agrícolas nos Sistemas de Produção da Universidade Federal de Santa Maria – *Campus* de Frederico Westphalen, como requisito parcial à obtenção do grau de **Mestre em Agronomia** (área do conhecimento: Herbologia).

Orientadora: Dr^a. Fabiane Pinto Lamego

Frederico Westphalen, RS, Brasil

2013

**Universidade Federal de Santa Maria
Campus de Frederico Westphalen
Programa de Pós-Graduação em Agronomia: Agricultura e
Ambiente**

**À Comissão Examinadora, abaixo assinada,
aprova a Dissertação de Mestrado**

**Resposta de cultivares de trigo (*Triticum aestivum* L.) à interferência
de plantas daninhas
elaborada por
Marcela Reinehr**

como requisito parcial para obtenção do grau de
Mestre em Agronomia

COMISSÃO EXAMINADORA

Fabiane Pinto Lamego, Dr^a.
(Presidente/Orientadora)

Mário Antônio Bianchi, Dr. (CCGL Tec)

Stela Maris Kulczynski, Dr^a. (UFSM)

Claudir José Basso, Dr. (UFSM)
(Co-orientador)

Frederico Westphalen, 9 de dezembro de 2013.

Aos meus pais, Marta Catarina e Ambrósio;
Aos meus amados irmãos, José Felipe e João Paulo;
À minha prima, irmã e amiga, Indianara Müller.

OFEREÇO E DEDICO

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradecer às forças superiores que convergem sobre nós e que nos dão forças e iluminam nosso caminho, de tal modo que as escolhas que fazamos sejam sempre as melhores. E neste círculo místico, agradecer de modo todo ao meu estimado padrinho “Tio Juca” (*in memoriam*), que sempre me apoiou e mesmo não estando mais entre nós, eu sei que sempre olhou por mim.

Agradecer de coração aos meus pais Marta Catarina e Ambrósio, que me deram a vida, o apoio e as forças necessárias para sempre seguir em frente e superar as dificuldades encontradas ao longo da minha existência. Aos meus “manos” José Felipe e João Paulo, companheiros de todas as horas; à minha prima, amiga e “mana” Indianara, sempre ao meu lado, proferindo palavras sábias e reconfortantes nos momentos de tensão e de triunfo; à minha tia Iria Alzira, cujo apoio sempre tive; aos meus avós paternos Vovó Lucina e Vovô Ubaldo e ao Vovô Adalibio Nicolau, base e inspiração para seguir em frente, exemplos de vida e de superação.

Agradecer aos colegas de profissão Jonas Cunha Gonzatti, Rafael José Zeni, Rodrigo Sassi e Saulo Ferigolo Venturini, pelo suporte, apoio e pela amizade. Às minhas amigas e companheiras Janine Pilau e Gissele Wink.

À UFSM *campus* de Frederico Westphalen e ao PPGAAA, pela oportunidade de frequentar o Mestrado, dispondo de sua estrutura intelectual e física a fim de possibilitar o desenvolvimento dos trabalhos de pesquisa.

À CAPES e CNPq pela concessão de bolsa de estudos.

À Professora Orientadora Dr^a. Fabiane Pinto Lamego, por acreditar na minha capacidade e oportunizar o meu ingresso em seu consolidado grupo de pesquisa, mostrando-se sempre aberta para ouvir e contribuir nos trabalhos de pesquisa. Pela amizade construída, agradeço de todo o coração.

Agradecer de modo todo especial às pessoas que viabilizaram a realização e concretização do projeto de pesquisa, que me receberam em seu grupo e se tornaram mais que colegas, são hoje amigos, Adalin Aguiar, Carlos Alberto Rigon, Daiane Frizon, Daniela Uliana, Dauana Dalla Libera, Fernanda Cassiane Caratti, Gabriela G. Chaves, Isabel Belinasso Pagliarini, Luan Cutti, Luciano Schievenin,

Marcos Turra, Marinês Mazzon, Mateus Gallon, Miriam Fabiani Fracasso, Sabrina Tolotti e Vanessa Graciela Kirch.

Aos colegas de mestrado, pela amizade; aos Professores do PPGAAA, em especial Dr^a. Stela Maris Kulczynski, Dr. Caudir José Basso e Dr. Antonio Luis Santi, pelo conhecimento e experiência compartilhados; e também à Secretária Adriana Camponogara Aires da Silva, sempre altruísta e disposta à nos auxiliar.

Agradecer aos pesquisadores Dr. Eduardo Caierão e Dr. Luis Eichelberg (Embrapa Trigo) e Dr. Juliano Wagner e Dr. Mário Antonio Bianchi (CCGL Tec.), pela concessão de sementes de trigo e informações sobre os genótipos.

Em fim, encarecidamente agradecer à todos que contribuíram, de uma forma ou de outra, para que eu pudesse alcançar os objetivos traçados e por serem a “pedra angular” para esta conquista.

Muito Obrigada!

“Não é o mais forte que sobrevive, nem o mais inteligente, mas o que melhor se adapta às mudanças.”

Charles Darwin

RESUMO

Dissertação de Mestrado
Programa de Pós-Graduação em Agronomia: Agricultura e Ambiente
Universidade Federal de Santa Maria

RESPOSTA DE CULTIVARES DE TRIGO (*Triticum aestivum* L.) À INTERFERÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS

AUTORA: MARCELA REINEHR

ORIENTADORA: Dr^a. FABIANE PINTO LAMEGO

Frederico Westphalen, 09 de dezembro de 2013.

As plantas daninhas consistem no principal tipo de interferência direta sobre os cultivos anuais e são responsáveis pela redução do rendimento de grãos. Neste contexto, o objetivo do presente trabalho de pesquisa foi investigar a habilidade competitiva de cultivares de trigo com as plantas daninhas de azevém e nabo. Foram realizados trabalhos em laboratório, em nível de campo e em casa de vegetação em 2012 e 2013. O artigo I contempla os trabalhos em laboratório e casa de vegetação, onde foi avaliada a qualidade fisiológica das sementes das cultivares de trigo e o efeito da competição com plantas daninhas sobre a germinação e o vigor de sementes, além da máxima expressão de suas características de planta. No artigo II, avaliou-se a convivência entre as cultivares de trigo BRS Guamirim, BRS 296, Fundacep Cristalino e Fundacep Raízes com as plantas daninhas de azevém e nabo em condição de campo. Os artigos III e IV abordam os trabalhos desenvolvidos em casa de vegetação, sendo o artigo III relativo à habilidade do trigo em competir com as plantas daninhas em esquema de série de substituição. No artigo IV, é simulada a competição inicial por radiação luminosa e os seus efeitos sobre características morfológicas de plantas de trigo, azevém e nabo. É possível concluir que a cultivar Fundacep Cristalino possui a habilidade de manter o vigor de sementes quando mantida em competição por todo o ciclo, além de apresentar características morfológicas (estatura, área foliar, massa seca e vigor inicial elevados), as quais lhe conferem maior habilidade competitiva com as plantas daninhas. A convivência durante todo o ciclo com o azevém, não afeta o rendimento de BRS Guamirim, BRS 296, Fundacep Cristalino e Fundacep Raízes, no entanto, a presença de nabo afeta significativamente a PBA, ICA e os componentes de rendimento. Independente da espécie competidora ocorrem alterações morfológicas nas plantas decorrentes da competição inicial por radiação luminosa.

Palavras-chave: Habilidade competitiva, competição, interferência, cultivar.

ABSTRACT

Master's Dissertation
Postgraduate Program in Agronomy: Agriculture and Environment
Federal University of Santa Maria

RESPONSE OF WHEAT CULTIVARS (*Triticum aestivum* L.) TO THE INTERFERENCE OF WEEDS

AUTHOR: MARCELA REINEHR

ADVISOR: Dr. FABIANE PINTO LAMEGO

Frederico Westphalen, december 09, 2013.

Weeds consist of the main type of direct interference with annual crops and are responsible for yield reduction. In this context, the objective of this research was to investigate the competitive ability of wheat cultivars with Italian ryegrass and radish weed plants. There were conducted works in the laboratory, field and in the greenhouse in 2012 and 2013. The article I includes laboratory and greenhouse experiments, where were evaluated the physiological quality of seeds of wheat cultivars and the effect of competition with weeds on germination and vigor of seeds, besides the maximum expression of their plant characteristics. In the article II there were evaluated coexistence among wheat cultivars BRS Guamirim, BRS 296, Fundacep Cristalino and Fundacep Raízes and Italian ryegrass and radish weeds. The articles III and IV show experiments developed in greenhouse, being the article III about to wheat ability in to compete with Italian ryegrass and radish weeds in a replacement series arrangement In the article IV is simulated the initial competition for light and the effects on the morphology of wheat plants, Italian ryegrass and radish. Thus, it is possible to conclude that the cultivar Fundacep Cristalino has the ability to maintain vigor of seeds when in competition throughout the cycle, besides to show morphological characteristics (plant height, leaf area, dry weight matter and high initial vigor), which confers superior competitive ability with weeds. The coexistence through the cycle with Italian ryegrass do not affect the yield of BRS Guamirim, BRS 296, Fundacep Cristalino and Fundacep Raízes, however, the coexistence with radish affects significantly the PBA, ICA and yield components. Undependable of the competitor species, there are morphological alterations in the plants resulting from the initial competition for light.

Key words: Competitive ability, competitiveness, interference, cultivar.

LISTA DE FIGURAS

Artigo I

- Figura 1 Estádio fenológico de cultivares de trigo aos 15, 30, 45 e 60 dias após a emergência (DAE). UFSM, *Campus* de Frederico Westphalen – RS, 2012..... 47
- Figura 2 Número de afilhos (afilhos planta⁻¹) em cultivares de trigo aos 15, 30, 45 e 60 dias após a emergência (DAE). UFSM, *Campus* de Frederico Westphalen - RS, 2012..... 48
- Figura 3 Relação de massa seca da parte aérea e massa seca do sistema radicular de cultivares de trigo aos 15, 30, 45 e 60 dias após a emergência (DAE). UFSM, *Campus* de Frederico Westphalen - RS, 2012..... 53

Artigo II

- Figura 1 Estatura de planta (cm) de cultivares de trigo aos 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40, 45 dias após a emergência (DAE) e colheita. UFSM, *Campus* de Frederico Westphalen – RS, 2012..... 69
- Figura 2 Estádio fenológico¹ (cm) de cultivares de trigo aos 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40, 45, 60, 80 e 90 dias após a emergência (DAE). UFSM, *Campus* de Frederico Westphalen - RS, 2012..... 70

Artigo III

- Figura 1 Esquema de semeadura dos experimentos em série de substituição.. 91
- Figura 2 Produtividade relativa (PR) e total (PRT) para matéria seca de parte aérea do trigo e azevém. UFSM, *Campus* Frederico Westphalen - RS, 2012. Quadrado e triângulo representam a massa seca de parte aérea do trigo e do azevém, respectivamente e losango indica a PRT..... 95
- Figura 3 Produtividade relativa (PR) e total (PRT) para matéria seca de parte aérea do trigo e nabo. UFSM, *Campus* Frederico Westphalen - RS, 2012. Quadrado e triângulo representam a massa seca de parte aérea do trigo e do nabo, respectivamente e losango indica a PRT 97
- Figura 4 Produtividade relativa (PR) e total (PRT) para matéria seca de parte aérea do trigo cv. Fundacep Cristalino e trigo cv. BRS Guamirim (simulador). UFSM, *Campus* Frederico Westphalen - RS, 2012 Losango e quadrado representam a massa seca de parte aérea do trigo cv. Fundacep Cristalino e trigo cv. BRS Guamirim (simulador de planta concorrente), respectivamente e triângulo indica a PRT 100

Artigo IV

- Figura 1 Modelo de condução do experimento de competição inicial por radiação luminosa, 15 dias após a semeadura. A) Trigo (cv. Fundacep Cristalino) com azevém como planta competidora (esquerda) e testemunha (direita); B) Trigo (cv. Fundacep Cristalino) com nabo como planta competidora (esquerda) e testemunha (direita). UFSM – *Campus* de Frederico Westphalen – RS, 2013..... 113

LISTA DE TABELAS

Artigo I

Tabela 1	Estatura de planta e duração de ciclo de cultivares de trigo	32
Tabela 2	Primeira contagem da germinação (PCG), germinação, plântulas anormais, sementes duras e envelhecimento acelerado de sementes de cultivares de trigo. UFSM, <i>Campus</i> de Frederico Westphalen - RS, 2012	34
Tabela 3	Massa seca do hipocótilo (MSH), massa seca da radícula (MSR), massa seca total (MST), comprimento do hipocótilo (CH) e comprimento da radícula (CR) de plântulas de cultivares de trigo. UFSM, <i>Campus</i> Frederico Westphalen - RS, 2012	35
Tabela 4	Germinação de sementes (%) e plântulas anormais (%) de cultivares de trigo, colhidas a partir de plantas crescidas na condição de competição com plantas de azevém ou nabo, ou na ausência de competição. UFSM, <i>Campus</i> de Frederico Westphalen - RS, 2012..	37
Tabela 5	Primeira contagem de germinação (PCG) e massa seca total de plântulas de sementes (MST) de cultivares de trigo colhidas a partir de plantas crescidas na condição de competição com plantas de azevém ou nabo, ou na ausência de competição. UFSM, <i>Campus</i> de Frederico Westphalen - RS, 2012	39
Tabela 6	Envelhecimento acelerado (%) e teste de frio (%) de sementes de cultivares de trigo colhidas a partir de plantas crescidas na condição de competição com plantas de azevém ou nabo, ou na ausência de competição. UFSM, <i>Campus</i> de Frederico Westphalen - RS, 2012.	41
Tabela 7	Índice de velocidade de emergência (IVE) de cultivares de trigo. UFSM, <i>Campus</i> de Frederico Westphalen - RS, 2012	42
Tabela 8	Evolução da emergência (%) de cultivares de trigo. UFSM, <i>Campus</i> de Frederico Westphalen - RS, 2012	44
Tabela 9	Estatura de planta (cm) e área foliar (cm ²) de cultivares de trigo aos 15, 30, 45 e 60 dias após a emergência (DAE). UFSM, <i>Campus</i> de Frederico Westphalen - RS, 2012	46
Tabela 10	Massa seca da parte aérea (g planta ⁻¹), massa seca do sistema radicular (g planta ⁻¹) e massa seca total (g planta ⁻¹) de cultivares de trigo aos 15, 30, 45 e 60 dias após a emergência (DAE). UFSM, <i>Campus</i> de Frederico Westphalen - RS, 2012	51
Tabela 11	Relação de massa seca da parte aérea (MSPA) e massa seca do sistema radicular (MSSR) de cultivares de trigo. UFSM, <i>Campus</i> de Frederico Westphalen - RS, 2012.	52

Artigo II

Tabela 1	Estatura de planta e duração de ciclo de cultivares de trigo	63
Tabela 2	Sistema simplificado de pontuação para a avaliação de competitividade em genótipos de trigo, baseado em características morfológicas por ocasião do estágio fenológico de alongamento	65
Tabela 3	População de plantas (plantas m ⁻²) das cultivares de trigo e das plantas daninhas azevém e nabo aos 15 dias após a emergência (DAE). UFSM, <i>Campus</i> de Frederico Westphalen – RS, 2012.....	66
Tabela 4	Área foliar (cm ² planta ⁻¹), massa seca de parte aérea (mg planta ⁻¹) e número de afilhos planta ⁻¹ de cultivares de trigo aos 30, 45 e 60 dias após a emergência (DAE). UFSM, <i>Campus</i> de Frederico Westphalen - RS, 2012..	71

Tabela 5	Cobertura do solo visual (%) e cobertura do solo calculada pelo <i>software</i> Siscob ® (%) de cultivares de trigo aos 30, 45 e 60 dias após a emergência (DAE). UFSM, <i>Campus</i> de Frederico Westphalen – RS, 2012.....	72
Tabela 6	Notas atribuídas às características morfológicas de estatura, largura de folha, tipo de folha, vigor, afilhamento e cobertura do solo como componentes de potencial competitivo ¹ de cultivares de trigo, 54 dias após a emergência (DAE). UFSM, <i>Campus</i> de Frederico Westphalen - RS, 2012.....	73
Tabela 7	Índice de potencial competitivo de cultivares de trigo aos 54 dias após a emergência. UFSM, <i>Campus</i> de Frederico Westphalen – RS, 2012.....	74
Tabela 8	Índice de potencial competitivo de cultivares de trigo aos 54 dias após a emergência. UFSM, <i>Campus</i> de Frederico Westphalen – RS, 2012.....	75
Tabela 9	Estatura de planta final, número de espiguetas espiga ⁻¹ , número de grãos espiga ⁻¹ , número de grãos espiguetas ⁻¹ e massa de mil grãos (MMG) de cultivares de trigo na ausência de competição ou na presença das plantas competidoras de azevém e nabo. UFSM, <i>Campus</i> de Frederico Westphalen - RS, 2012.....	76
Tabela 10	Número de espigas planta ⁻¹ em cultivares de trigo na ausência de competição ou na presença das plantas competidoras de azevém e nabo. UFSM, <i>Campus</i> de Frederico Westphalen - RS, 2012.....	78
Tabela 11	Peso de hectolitro (PH) e rendimento de grãos de cultivares de trigo e condições de competição. UFSM, <i>Campus</i> de Frederico Westphalen - RS, 2012.....	79
Artigo III		
Tabela 1	Diferenças relativas de produtividade para a variável massa seca da parte aérea e produtividade relativa total (PRT), nas proporções de 75:25, 50:50 e 25:75 de plantas de trigo em competição com azevém. UFSM, <i>Campus</i> Frederico Westphalen - RS, 2012.....	95
Tabela 2	Diferenças relativas de produtividade para a variável massa seca da parte aérea e produtividade relativa total (PRT), nas proporções de 75:25, 50:50 e 25:75 de plantas de trigo em competição com nabo. UFSM, <i>Campus</i> Frederico Westphalen - RS, 2012.....	98
Tabela 3	Diferenças relativas de produtividade para a variável massa seca da parte aérea e produtividade relativa total (PRT), nas proporções de 75:25, 50:50 e 25:75 de plantas de trigo cv. Fundacep Cristalino em competição com trigo cv. BRS Guamirim (simulador). UFSM, <i>Campus</i> Frederico Westphalen - RS, 2012.....	101
Tabela 4	Índices de competitividade entre trigo cv. Fundacep Cristalino e competidores (azevém, nabo ou trigo cv. BRS Guamirim), expressos por competitividade relativa (CR) e coeficientes de agrupamento relativo (K) e de agressividade (A). UFSM, <i>Campus</i> Frederico Westphalen - RS, 2012.....	102
Tabela 5	Resposta do trigo, cv. Fundacep Cristalino à interferência do competidor (azevém, nabo ou trigo cv. BRS Guamirim), 28 dias após a emergência. UFSM, <i>Campus</i> Frederico Westphalen – RS, 2012.....	103

Artigo IV

Tabela 1	Tratamentos adotados na condução do experimento de competição inicial por radiação luminosa. UFSM – <i>Campus</i> de Frederico Westphalen – RS, 2013.....	112
Tabela 2	Estatura (cm), comprimento de raízes (cm) e relação parte aérea e sistema radicular de trigo (cv. Fundacep Cristalino) sob competição por radiação luminosa com plantas de azevém, nabo, trigo (cv. BRS Guamirim) ou ausência de competição até 15 dias após a semeadura (DAS). UFSM, <i>Campus</i> de Frederico Westphalen– RS, 2013.....	115
Tabela 3	Massa seca de parte aérea (MSPA) (mg planta^{-1}), massa seca de sistema radicular (MSSR) (mg planta^{-1}) e relação MSPA e MSSR de trigo (cv. Fundacep Cristalino) sob competição por radiação luminosa com plantas de azevém, nabo, trigo (cv. BRS Guamirim) ou ausência de competição até 15 dias após a semeadura (DAS). UFSM, <i>Campus</i> de Frederico Westphalen – RS, 2013.....	117
Tabela 4	Estatura (cm), comprimento de raízes (cm) e relação parte aérea e sistema radicular de azevém sob competição por radiação luminosa com plantas de trigo (cv. Fundacep Cristalino), nabo ou ausência de competição até 15 dias após a semeadura (DAS). UFSM, <i>Campus</i> de Frederico Westphalen– RS, 2013.....	119
Tabela 5	Diâmetro de caule (mm) e número de raízes de azevém sob competição por radiação luminosa com plantas de trigo (cv. Fundacep Cristalino), nabo ou ausência de competição até 15 dias após a semeadura (DAS). UFSM, <i>Campus</i> de Frederico Westphalen– RS, 2013.....	120
Tabela 6	Massa seca de parte aérea (MSPA) (mg planta^{-1}), massa seca de sistema radicular (MSSR) (mg planta^{-1}) e relação MSPA e MSSR de azevém sob competição por radiação luminosa com plantas de trigo (cv. Fundacep Cristalino), nabo ou ausência de competição até 15 dias após a semeadura (DAS). UFSM, <i>Campus</i> de Frederico Westphalen– RS, 2013.....	121
Tabela 7	Estatura (cm), comprimento de raízes e relação parte aérea e sistema radicular de nabo sob competição por radiação luminosa com plantas de trigo (cv. Fundacep Cristalino), azevém ou ausência de competição até os 15 dias após a semeduarda (DAS). UFSM, <i>Campus</i> de Frederico Westphalen– RS, 2013.....	122
Tabela 8	Diâmetro de caule (mm), massa seca de parte aérea (MSPA) (mg planta^{-1}), massa seca de sistema radicular (MSSR) (mg planta^{-1}) e relação MSPA e MSSR de nabo sob competição por radiação luminosa com plantas de trigo (cv. Fundacep Cristalino), azevém ou ausência de competição até 15 dias após a semeadura (DAS). UFSM, <i>Campus</i> de Frederico Westphalen– RS, 2013.....	123

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	16
ARTIGO I – VIGOR DE SEMENTES E CARACTERÍSTICAS DE PLANTA EM CULTIVARES DE TRIGO COMO INDICADORES DE HABILIDADE COMPETITIVA COM PLANTAS DANINHAS	24
RESUMO.....	24
ABSTRACT.....	25
1 INTRODUÇÃO	26
2 MATERIAL E MÉTODOS.....	28
2.1 Experimento I e II.....	28
2.1.1 Teste de germinação – Experimento I.....	29
2.1.2 Teste de envelhecimento acelerado – Experimento II.....	29
2.2 Experimento III.....	30
2.2.1 Teste de frio.....	31
2.3 Experimento IV	31
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	33
4 CONCLUSÕES	53
REFERENCIAS.....	54
ARTIGO II – POTENCIAL COMPETITIVO E IMPACTO DA CONVIVÊNCIA DE CULTIVARES DE TRIGO COM PLANTAS DANINHAS	58
RESUMO.....	58
ABSTRACT.....	59
1 INTRODUÇÃO	60
2 MATERIAL E MÉTODOS.....	62
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	66
4 CONCLUSÃO	82
REFERENCIAS.....	83
ARTIGO III – PRODUTIVIDADE RELATIVA DO TRIGO QUANDO EM CONVIVÊNCIA COM PLANTAS DANINHAS, COMO INDICADOR DE COMPETITIVIDADE	86
RESUMO.....	86
ABSTRACT.....	87
1 INTRODUÇÃO	88
2 MATERIAL E MÉTODOS.....	89
2.1 Experimento I – Produtividade final constante.....	90
2.2 Experimento II, III e IV – Série de substituição.....	90
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	93
4 CONCLUSÃO	105
REFERENCIAS.....	105
ARTIGO IV – EFEITO DA COMPETIÇÃO INICIAL SOBRE O DESENVOLVIMENTO DE PLÂNTULAS DE TRIGO (cv. FUNDACEP CRISTALINO), AZEVÉM (<i>Lolium multiflorum</i> Lam.) E NABO (<i>Raphanus sativus</i> L.)	108
RESUMO.....	108
ABSTRACT.....	109
1 INTRODUÇÃO	110
2 MATERIAL E MÉTODOS.....	111
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	114
4 CONCLUSÃO	124

REFERENCIAS	124
DISCUSSÃO.....	127
CONCLUSÃO	129
REFERÊNCIAS	130
ANEXOS.....	135

INTRODUÇÃO

O trigo (*Triticum aestivum* L.), planta pertencente à classe Liliopsida e à família Poaceae, é a cultura de inverno com maior expressão a nível nacional e mundial, sendo ainda importante fonte de alimento para a população humana. Os primeiros cultivos foram datados há cerca de 10.000 anos por ocasião da Era Neolítica, onde o ser humano evoluiu da caça e coleta de alimentos à prática de atividades primitivas da agricultura (SHEWRY, 2009). Atualmente, dentre os cereais, o trigo é o que apresenta maior volume de produção mundial, sendo que no Brasil, Rio Grande do Sul e Santa Catarina são responsáveis por 45,9% da produção e o maior produtor nacional do cereal é o Paraná, com 48,6% do montante produzido (IBGE, 2013). A produção nacional da última safra foi de 4,3 milhões de toneladas (CONAB, 2013) e a demanda nacional é de cerca de 11 milhões de t ano⁻¹ (IBGE, 2012).

A produtividade média do trigo nacional é de 2,2 t ha⁻¹ (CONAB, 2012), muito abaixo do potencial produtivo da cultura, que quando cultivada em condições ótimas de desenvolvimento, pode produzir 10 t ha⁻¹ (SHEWRY, 2009). Em determinadas condições de campo, produtividade de até 6 t ha⁻¹ são atingidos, como acontece com o trigo cultivado sob sistema de irrigação na região Centro-oeste ou em lavouras da região do Planalto gaúcho, em anos com clima favorável. Contudo, além de elevado rendimento de grãos, em trigo visa-se a qualidade do grão produzido, fundamental para a produção de farinha requerida pelo mercado. A qualidade do grão é dependente das condições climáticas e das condições de manejo da cultura e, dentre os entraves que limitam a expressão do potencial produtivo do trigo está a competição com as plantas daninhas.

As plantas daninhas constituem um grupo de vegetação, cuja existência está intimamente ligada à atividade humana e à sua intensa seleção de espécies vegetais (RADOSEVICH et al., 2007). Um ponto importante a ser levado em consideração em relação às plantas daninhas, é a coincidência do seu período de ocorrência com o período de cultivo das plantas de interesse econômico.

A ocorrência de plantas daninhas nos campos é relatada desde o início da prática da agricultura, aparecendo intimamente relacionada com a atividade humana

na perturbação do ambiente. Algumas espécies de plantas daninhas, devido à similaridade com a cultura ou adaptação ao sistema de cultivo utilizado, acabam prevalecendo e passam a interferir na produção tritícola. Dentre estas, o azevém (*Lolium multiflorum* Lam.), e o nabo (*Raphanus sativus* L.), são as principais espécies ocorrentes nas lavouras de inverno no Sul do país, uma vez que são também utilizadas como plantas forrageiras e de cobertura de solo, nas atividades pecuária e agrícola.

O azevém, pertencente à família Poaceae, típica planta de inverno, inicia seu ciclo de desenvolvimento em período semelhante ao das lavouras de trigo, o que faz desta, a planta daninha com maior ocorrência nos ambientes tritícolas da Região Sul do Brasil. Por apresentarem semelhanças morfofisiológicas, a competição entre estas duas espécies pode ser considerada bastante pronunciada, gerando redução na produtividade e no desenvolvimento do trigo quando o azevém ocorre em elevada população no campo (PAULA et al., 2011).

Por sua vez, o nabo, pertencente à família Brassicaceae, mesmo apresentando características distintas da cultura do trigo, pode causar efeitos negativos significativos sobre a cultura, pois apresenta elevado desenvolvimento vegetativo, sendo seu porte superior à estatura do trigo. Em estudo conduzido com cultivares de soja, Bianchi et al. (2006) observaram que quando há convivência da cultura com plantas de nabo, algumas cultivares não apresentaram redução no crescimento e suportaram a presença da espécie competidora; mas, quando competiram pelos recursos do solo, por exemplo, a planta daninha se mostrou mais ávida na interceptação desses quando disponíveis no ambiente de competição.

Dentre as relações estabelecidas entre as plantas cultivadas e as plantas daninhas, podemos citar como de maior efeito negativo a competição. A competição é caracterizada como um tipo de interferência negativa onde há disputa dos recursos limitados no meio (radiação, água, nutrientes) (ZANINE & SANTOS, 2004; RADOSEVICH et al., 2007), no qual a redução da sua disponibilidade no ambiente, condiciona o desenvolvimento da planta competidora, prevalecendo a planta que possuir maior habilidade em resgatar tais recursos. Rizzardi et al. (2001) afirmam que a interferência é resultado da soma de interações negativas (competição e alelopatia) que ocorrem entre as plantas e consideram que a competição consiste

na mais importante interferência nos agroecossistemas, sendo a interferência entre partes aérea e radicular comum tanto nas competições intra e interespecíficas.

Para que a competição entre plantas seja caracterizada, se faz necessário que haja sobreposição dos nichos ecológicos na qual os indivíduos estejam inseridos, de modo que ambos disputem os mesmos recursos disponíveis no ambiente de interação (CASTRO & GARCIA, 1996; FLECK et al., 2009; VIDAL & LAMEGO, 2010). O nicho ecológico pode ser caracterizado pelas relações estabelecidas entre indivíduos de determinada população de plantas quanto ao espaço, ao tempo e à função que exercem em determinado ambiente (RADOSEVICH et al., 2007); quando essa sobreposição de populações ocorre, temos como resultado, a competição ou disputa pelos recursos limitados no meio, promovida por fatores bióticos e abióticos inerentes às comunidades de plantas envolvidas.

Quando a competição que ocorre entre plantas é interespecífica, de maneira geral, a captação dos recursos do meio se dá em momentos distintos (FLECK et al., 2009), tornando este tipo de competição, menos pronunciada quando comparada à competição intraespecífica, resultante da interferência que ocorre entre indivíduos da mesma espécie (VIDAL & LAMEGO, 2010). Apesar da competição entre trigo e azevém ser interespecífica, ela pode apresentar-se como semelhante à uma competição intraespecífica em função das semelhanças morfofisiológicas entre estas espécies.

Os efeitos gerados pela competição entre plantas estão relacionados também com a duração do período de competição, e esta determina a magnitude dos prejuízos causados no crescimento, no desenvolvimento e conseqüentemente, na produção das culturas (ZANINE & SANTOS, 2004). Considerando que as plantas daninhas apresentam como aparato de perpetuação os fluxos de emergência de plântulas, quando ocorrem erros no manejo dessas espécies, o período de competição é prolongado e tende a ocorrer durante boa parte do ciclo da cultura.

As plantas comportam-se de duas formas mediante a pressão de competição: como plantas que toleram a convivência com plantas vizinhas, ou como plantas que são capazes de suprimir as plantas com as quais competem pelos recursos (JANNINK et al., 2000). Muitos trabalhos vêm sendo realizados com a finalidade de estudar os efeitos da competição pelos recursos disponíveis acima (BALLARÉ &

CASAL, 2000; ALMEIDA & MUNDSTOCK, 2001; SANTOS et al., 2003) e abaixo do solo (RAJANIEMI et al., 2003; BIANCHI et al., 2006) e sua interação na habilidade competitiva de diferentes culturas (FLECK, 1980; AGOSTINETTO et al., 2004; SCHAEGLER et al., 2009; BIANCHI et al., 2010).

No ambiente agrícola, a captação dos recursos como luz, água e nutrientes, é fator determinante na caracterização da competição entre plantas (MASON & SPANER, 2005). Em ambientes onde haja o balanceamento nutricional adequado e suprimento hídrico de acordo com a demanda das culturas, o principal recurso pelo qual as plantas competem passa a ser a radiação solar. Deste modo, neste contexto, podemos inferir que este seja o recurso pelo qual a competição entre plantas apresente maior ênfase.

A quantidade de radiação que a planta intercepta irá influenciar na fotossíntese, enquanto que a qualidade da luz resulta em alterações morfológicas (RAJCAN & SWANTON, 2001). Por outro lado, Castro & Garcia (1996) afirmam que em condição de luminosidade reduzida, plantas que possuem vantagens adaptativas, são capazes de ativar uma série de mecanismos complexos.

A competição inicial por radiação luminosa e os estímulos gerados pelas plantas vizinhas podem refletir em dispêndio energético desregulado, comprometendo o desenvolvimento das plantas em desvantagem (RAJCAN & SWANTON, 2001). Quando em condição de sombreamento, as folhas podem sofrer alterações em sua morfologia e reorganização celular (STREIT et al., 2005), adaptando-se à nova condição de radiação limitada.

Estudos que abordam a competição por radiação luminosa entre plantas daninhas e cultivadas, vêm sendo realizados há tempos (STOLLER & WOOLLEY, 1985). Ballaré et al. (1987) investigaram a detecção precoce de plantas vizinhas através da percepção pelo fitocromo, por meio de mudanças espectrais da radiação solar refletida e inferiram que a habilidade de uma planta identificar sua posição relativa em uma população, pode ser fator determinante no sucesso de sua perpetuação. A adaptação das plantas às alterações da qualidade de radiação solar está relacionada à presença do fitocromo, uma vez que, por se tratar de um pigmento reversível em resposta à radiação vermelho-vermelho distante, infere que este tipo de comprimento de ondas seja a base para informações que auxiliam a planta a se ajustar às novas condições ambientais no qual ela esteja inserida (TAIZ

& ZEIGER, 2004). Muitos outros estudos foram realizados a fim de compreender a relação existente entre a qualidade da radiação interceptada e alterações no comportamento de plantas quando em competição (BALLARÉ & CASAL, 2000; RAJCAN et al., 2004; MARKHAM & STROLTENBERG, 2009; VIDAL et al., 2012).

Os teores de água no solo afetam diretamente a dinâmica da absorção dos nutrientes, sendo que a redução do sistema radicular desencadeia na redução de reações metabólicas, taxa fotossintética e produtividade na grande maioria dos cereais, uma vez que a produção é diretamente proporcional a taxa fotossintética após o período de antese (MACHADO et al., 1992). Deste modo, o sistema radicular apresenta grande importância pela ocupação dos espaços abaixo do nível no solo, de modo a garantir a eficiente captação dos recursos ali disponíveis (ZANINE & SANTOS, 2004). Portanto, a tendência de plantas vizinhas em utilizar o mesmo quantum de luz, íon de nutriente mineral, molécula de água, ou volume de espaço, é o que caracteriza a competição em si.

A capacidade de uma planta em competir pelos recursos do meio não é determinada por uma única característica, mas sim por um conjunto que envolve elevada taxa de crescimento relativo, acentuada taxa de assimilação líquida no início do desenvolvimento vegetativo, reduzido intervalo entre fase vegetativa e florescimento, além da altíssima capacidade de produção de propágulos (RADOSEVICH et al., 2007; VIDAL & LAMEGO, 2010). Assim sendo, a velocidade de germinação e emergência constituem características interessantes, uma vez que a população que se estabelecer primeiro terá maior chance de interceptar de forma antecipada os recursos pelos quais se dará a posterior disputa. Para Lamego et al. (2005), a velocidade de estabelecimento é vantajosa, pois estabelece relações definitivas da competição entre plantas daninhas e cultivadas. Durante essa fase, a cultivar com habilidade competitiva superior poderá manifestar seu potencial de supressão sobre plantas daninhas (SANTOS & MUNDSTOCK, 2002; LAMEGO et al., 2005).

A precocidade de uma planta no seu estabelecimento irá resultar no sucesso competitivo em relação às plantas que irão se estabelecer posteriormente e, que tendem a compor a população dominada (RIGOLI et al., 2009). Cultivares de ciclo precoce e que possuem crescimento inicial vigoroso podem ser destacados, apresentando características desejáveis na competitividade com a flora daninha

presente na área cultivada (FLECK et al., 2006). Também para Rigoli et al. (2009), é no período vegetativo que a planta estabelece a relação de competição com a planta daninha, sendo nesta fase também que a cultura irá expressar seu potencial de supressão sobre a competidora. Em contrapartida, Jannink et al. (2000) destacam a adoção de cultivares de trigo tardias, porém com rápido crescimento inicial como método altamente competitivo para supressão de plantas daninhas em todo o ciclo.

Características morfológicas em cultivares de trigo são importantes ferramentas responsáveis pela definição da habilidade competitiva com as plantas daninhas (RIGOLI et al., 2009), e, também contribuem para a redução do uso intensivo de herbicidas (BALBINOT Jr. et al., 2003; FLECK et al., 2009). As mudanças morfofisiológicas em plantas de trigo ocorrem simultaneamente ao longo do processo de crescimento e de desenvolvimento da cultura no campo (CUNHA, 2009). Deste modo, além da interferência pelas plantas daninhas no desenvolvimento inicial da cultura, são importantes as interações que ocorrem durante a formação da inflorescência, pois nesta fase tem-se a definição do número de espiguetas por espiga e flores por espiguetas. Perdas em rendimento na cultura do trigo devido à competição com plantas daninhas podem ser explicadas pela redução do número de afilhos férteis por unidade de área, sendo que esta é tanto maior quanto maior for a pressão de plantas daninhas no ambiente agrícola (MASON & SPANER, 2005).

Características de planta como elevada estatura de planta e área foliar, são altamente desejáveis, pois promovem melhor captação da radiação solar e favorecem o sombreamento, o que reduz o crescimento de plantas competidoras (LAMEGO et al., 2004). Por outro lado, um bom desenvolvimento radicular também promove vantagem competitiva, pois proporciona melhor ocupação do espaço e permite que os recursos do solo sejam captados de forma mais eficiente e em momentos de maior demanda (RADOSEVICH et al., 2007).

Quanto aos fatores climáticos, estes também devem ser considerados, pois podem interferir não somente no estabelecimento das plantas, mas também na expressão de suas características fenotípicas, alterando seu comportamento. Por isso, a caracterização desta variação no comportamento das cultivares dentro das regiões produtoras, é de suma importância para que se possa efetuar o correto

posicionamento dos materiais disponíveis, bem como adotar estratégias alternativas de controle de plantas daninhas no sistema produtivo.

Para Hashem et al. (1998), de modo geral, é difícil identificar maior habilidade competitiva em uma cultivar de trigo quando comparada com outra; porém, quando estas são submetidas ao adensamento populacional, as características são expressas e a superioridade sobre a população daninha passa a ser evidente. Balbinot Jr. et al. (2003), ainda destacam que devido a intensa interação das características das plantas na determinação da habilidade competitiva, é difícil isolar aquelas que de fato se associam com alta capacidade competitiva, sendo que as condições e a população em que as espécies se expressam no campo, servem de indicativo na predominância da supremacia competitiva.

Em determinadas circunstâncias, plantas de arroz (*Oryza sativa* L.) mostraram-se mais competitivas frente plantas da espécie daninha capim-arroz (*Echinochloa* spp.) e, em outras condições, ocorreu o inverso (AGOSTINETTO et al., 2008). Do mesmo modo, quando as culturas de milho e soja foram conduzidas em experimentos substitutivos, na proporção de 50:50, ambas as culturas apresentaram superioridade mediante *Eleusine indica* L.; em populações mistas de milho e soja com a planta daninha *Sorghum sudanense* L., ambas as culturas se mostraram mais competitivas, o mesmo comportamento foi observado para a planta daninha *Chloris distichopylla* (WANDSCHEER, 2012). Já, o nabo em convivência com a cultura da soja (BIANCHI et al., 2006), mostrou variação na resposta à competição de cultivar para cultivar.

A capacidade de uma cultivar em suprimir as plantas daninhas das áreas cultivadas, consiste num artifício que exige grande dispêndio de tempo e traz, conseqüentemente, a redução do banco de sementes (JANNINK et al., 2000; MASON & SPANER, 2005; PANNETA, 2009). Em contrapartida, a capacidade de conviver ou tolerar as plantas daninhas, traz apenas o benefício momentâneo, sem grandes benefícios ao longo tempo (JANNINK et al., 2000).

Deste modo, o objetivo geral deste trabalho foi investigar a habilidade competitiva de cultivares de trigo com as plantas daninhas de azevém e nabo. Os objetivos específicos foram: investigar a contribuição de características de planta em cultivares de trigo na sua habilidade em competir com plantas daninhas, bem como os efeitos da convivência com plantas daninhas no vigor de sementes (Artigo I);

avaliar a interferência causada pelas plantas daninhas de azevém e nabo sobre o rendimento de grãos de cultivares de trigo quando em convivência durante todo o ciclo de desenvolvimento (Artigo II); investigar qual espécie possui maior efeito competitivo quando o trigo é cultivado na presença de nabo, azevém ou do próprio trigo, como simulador de planta concorrente (Artigo III); verificar os efeitos das relações iniciais de competição entre as plantas de trigo (cv. Fundacep Cristalino), azevém, nabo e do próprio trigo (cv. BRS Guamirim) como simulador de planta concorrente (Artigo IV).

ARTIGO I – VIGOR DE SEMENTES E CARACTERÍSTICAS DE PLANTA EM CULTIVARES DE TRIGO COMO INDICADORES DE HABILIDADE COMPETITIVA COM PLANTAS DANINHAS

RESUMO

A interferência causada por plantas daninhas está entre os elementos que mais causam prejuízos ao segmento agrícola. A utilização de cultivares de trigo que apresentem características como maior vigor de semente, maior velocidade de estabelecimento e características de planta favoráveis que lhes confirmam maior habilidade competitiva, constitui-se em importante ferramenta do manejo cultural de plantas daninhas. O presente trabalho teve por objetivo investigar o vigor, o desenvolvimento inicial e características de planta de cultivares de trigo como indicadores de habilidade competitiva com plantas daninhas e; investigar o efeito da convivência com plantas de azevém e de nabo no vigor das sementes de trigo. Foram conduzidos experimentos no Laboratório de Tecnologia de Sementes (Experimentos I, II e III) e em casa-de-vegetação (Experimento IV) do Departamento de Ciências Agrônômicas e Ambientais (DCAA) da UFSM, *Campus* de Frederico Westphalen e em área experimental pertencente ao Colégio Agrícola de Frederico Westphalen - CAFW (Experimento III), no período de maio a outubro de 2012. Características de planta como elevada estatura, área foliar, massa seca de parte aérea, massa seca de raízes e massa seca total pertencentes à cultivar Fundacep Cristalino, associadas ao elevado vigor de sementes inferem em maior habilidade competitiva com plantas daninhas competidoras, diferentemente da cultivar precoce e de baixa estatura, BRS Guamirim. A convivência durante todo o ciclo de desenvolvimento com plantas daninhas de azevém ou nabo não afeta o vigor de sementes da cultivar de trigo Fundacep Cristalino, com base na contagem de plântulas anormais e teste de frio.

Palavras-chave: Germinação. Estabelecimento antecipado. Características de planta. Competição.

ARTICLE I – VIGOR OF SEEDS AND CHARACTERISTICS OF PLANT IN WHEAT CULTIVARS AS INDICATORS OF COMPETITIVE ABILITY WITH WEEDS

ABSTRACT

The interference caused by weeds is among the elements that cause the most losses to the agricultural segment. The use of wheat cultivars which presents characteristics as superior seed vigor, high velocity of establishment and favorable characteristics of plant which confer superior competitive ability, are an important tool for the cultural management of weeds. The present study aimed to investigate the vigor, the initial development and characteristics of plant of wheat cultivars as indicators of competitive ability against weeds and, to investigate the effect of the coexistence of Italian ryegrass and wild radish plants in the seed vigor of wheat cultivars. There were conducted experiments at Seed Technology Laboratory (Experiments I, II and III), in a greenhouse (Experiment IV) of the Department of Agricultural and Environmental Sciences UFES, Frederico Westphalen *Campus* and in an experimental field area belonging to the Agricultural College of Frederico Westphalen - CAFW (Experiment III), in the period from May to October 2012. Characteristics of plant as high plant height, foliar area, shoot dry mass, root dry mass and biomass belonging to Fundacep Cristalino wheat cultivar, associated with elevated vigor of seeds infer in superior competitive ability against competitor weeds, unlike of early season and short plant height, BRS Guamirim. The coexistence during all the cycle of development with Italian ryegrass or wild radish does not affect the vigor of seeds of Fundacep Cristalino wheat cultivar, based on countings of abnormal seedlings and cold test.

Keywords: Germination. Early establishment. Plant trait. Competition.

1 INTRODUÇÃO

A utilização de cultivares que apresentem características que lhes conferem maior habilidade competitiva frente às plantas daninhas que ocorrem no ambiente agrícola constitui uma importante ferramenta no manejo cultural, cujo intuito é reduzir os impactos gerados pelo uso indiscriminado de herbicidas nos campos de produção como um todo.

Para que uma população de plantas consiga dominar o ambiente no qual ela esteja inserida, é necessário que esta ocupe de forma antecipada o meio, a fim de interceptar de forma adiantada os recursos disponíveis no ambiente em relação às plantas competidoras, as plantas daninhas (RADOSEVICH et al., 2007). Deste modo, uma planta pode ser considerada mais competitiva que outra, quando apresenta algumas características que a possibilitem dominar o ambiente na qual esteja inserida, seja por meio da capacidade de manter o seu crescimento ou suprimindo o desenvolvimento das plantas competidoras (GOLDBERG & LANDA, 1991).

Maior produção de matéria seca por plantas cultivadas, tem sido classificada como característica indicadora de maior habilidade competitiva com plantas daninhas (LEMERLE et al., 1996; LEMERLE et al., 2001), bem como elevada estatura de planta (FLECK, 1980; LAMEGO et al., 2005; SCHAEGLER et al., 2009; PAGLIARINI et al., 2012) e avidéz na interceptação da radiação solar (JANNINK et al., 2000), uma vez que, as relações definitivas de competição entre plantas daninhas e a cultura ocorrem na fase vegetativa, conferindo extrema importância às características de crescimento inicial das culturas (BALBINOT Jr. et al., 2001; LAMEGO, 2010).

A capacidade de ocupar um determinado espaço está intimamente ligada à velocidade de estabelecimento, que nos remete ao vigor das sementes cultivadas. O vigor de sementes é resultado do somatório de todas as propriedades das sementes que predizem o nível de atividade e a performance das mesmas, ou do lote de sementes durante a germinação e emergência de plântulas; sementes cujo desempenho é bom, são qualificadas como vigorosas e aquelas que apresentarem

baixo desempenho, são classificadas como de baixo vigor (ISTA, 1981 apud OLIVEIRA et al., 2009).

Em trabalho desenvolvido com diferentes cultivares de soja, Lamego et al. (2004) identificaram que as cultivares que apresentaram alto potencial de estabelecimento, foram mais competitivas que as plantas infestantes. No intuito de avaliar o crescimento inicial de soja em função do vigor de sementes, Kolchinski et al. (2006) evidenciaram que plantas oriundas de sementes com alto vigor apresentaram área foliar e acúmulo de matéria seca superiores às plantas oriundas de sementes de baixo vigor. Ao estudar cultivares de arroz irrigado, contrastantes em ciclo e características de planta, Balbinot Jr. et al. (2001) constataram que existe íntima relação entre a velocidade de emergência e rapidez no crescimento inicial das cultivares. Por sua vez, Lemerle et al. (2001) observaram que para cultivares de trigo com características associadas de elevada estatura e vigor inicial, mostraram maior habilidade competitiva com o azevém.

A ocupação do nicho antecipando a captação dos recursos do meio, também os torna indisponíveis para as plantas concorrentes, aumentando assim, a eficiência competitiva da espécie que se instalar primeiro, característica que associa a eficiência e a velocidade com a qual espécie busca pelos recursos (RADOSEVICH et al., 2007; LAMEGO, 2010). Fischer & Miles (1973 apud BALBINOT Jr. et al., 2001, p.306) constataram com base na análise teórica, que plantas daninhas que emergirem com um dia de antecedência às culturas, são até duas vezes mais competitivas quando comparadas àquelas que possuem emergência simultânea à cultura. Em constatação em nível de campo, para a cultura da cevada submetida à competição com azevém e nabo, Tironi et al. (2012) observaram que as espécies daninhas causaram menor dano à cultura quando emergiram após a cevada; quando as plantas daninhas se estabeleceram anteriormente, os danos causados foram mais pronunciados.

Em condições de campo, as plantas daninhas apresentam diferentes fluxos de emergência, sendo que para os genótipos que apresentam rápido estabelecimento inicial, porém cujo ciclo não sustenta tal vantagem primária, é de suma importância que sejam realizadas intervenções posteriores, com a finalidade de controlar as espécies daninhas que vierem a emergir após o estabelecimento da cultura (LAMEGO, 2010). Por outro lado, de acordo com observações realizadas por

Bastiaans et al. (2008), as plantas daninhas que emergem após o período de estabelecimento da cultura, em estádios mais avançados, são consideradas como de menor importância, pois parecem possuir uma capacidade competitiva relativa de menor intensidade, não afetando de forma significativa o rendimento final de grãos.

As hipóteses deste trabalho são alicerçadas em que maior vigor de semente, maior velocidade de estabelecimento e características de planta favoráveis sejam indicadores de habilidade competitiva em trigo, sendo as cultivares com melhor desempenho para estes itens, as mais competitivas com as plantas daninhas competidoras; a competição durante todo o ciclo da cultura do trigo com plantas daninhas de azevém e nabo, afeta o vigor das sementes de trigo das cultivares que possuem menor habilidade em competir com estas.

Os objetivos deste estudo foram investigar o vigor, o desenvolvimento inicial e características de planta em cultivares de trigo como indicadores de habilidade competitiva com plantas daninhas, bem como avaliar o efeito da convivência de cultivares de trigo com as plantas daninhas de azevém e nabo sobre o vigor das sementes produzidas pela cultura.

2 MATERIAL E MÉTODOS

Para verificar as hipóteses propostas, foram conduzidos quatro experimentos.

2.1 Experimentos I e II

Os experimentos I e II foram conduzidos no Laboratório de Tecnologia de Sementes do Departamento de Ciências Agronômicas e Ambientais (DCAA) da UFSM, *Campus* de Frederico Westphalen – RS, no mês de maio de 2012. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado (DIC), sendo os tratamentos constituídos de quatro cultivares de trigo: Fundacep Raízes (GGCL Tec.), Fundacep

Cristalino (GGCL Tec.), BRS 296 (EMBRAPA Trigo) e BRS Guamirim (EMBRAPA Trigo), obtidas com os detentores.

2.1.1 Teste de germinação – Experimento I

Foram utilizados lotes de sementes separados ao acaso, oriundos da porção total da amostra de sementes de cada cultivar. Dos lotes separados e devidamente homogeneizados, foram separadas amostras de 400 sementes para cada cultivar de trigo, divididas em oito repetições de 50 sementes cada.

As amostras de sementes foram alocadas em rolos de papel *germitest*, mantidos em germinador de câmara tipo BOD, à temperatura de 20°C e sob fotoperíodo de 12/12 h dia/noite. Para a embebição do papel *germitest*, foi adicionado volume de água destilada equivalente a 2,5 vezes a massa do substrato.

As avaliações foram realizadas aos quatro dias (primeira contagem de germinação) e oito dias (germinação) após a incubação das sementes, sendo analisados o percentual de plântulas normais, anormais e sementes duras, seguindo as recomendações das Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009). Aos oito dias após a semeadura (DAS), também foi realizada a verificação do desempenho de plântulas por meio da medição do comprimento do hipocótilo e da radícula, bem como de sua coleta e secagem em estufa a 60°C até peso constante, para determinação da massa seca (mg planta^{-1}).

2.1.2 Teste de envelhecimento acelerado – Experimento II

Inicialmente, amostras de 220 sementes das quatro cultivares de trigo foram depositadas em caixas plásticas do tipo gerbox com 11 x 11 x 3 cm, devidamente equipadas com compartimento individual em forma de mini-câmaras, formada por uma bandeja de tela de aço inoxidável, sobre a qual as sementes de trigo foram distribuídas de tal modo a formar uma camada simples de sementes sobre sua

superfície. Também foram acrescentados 40 mL de água destilada ao fundo do compartimento; após, as caixas serem devidamente tampadas e identificadas, as mesmas foram acondicionadas em estufa à temperatura de 42°C, por 48 horas, (MARCOS FILHO, 1999).

Passado o período de envelhecimento das sementes, foram utilizadas amostras de 200 sementes por cultivar, sendo as mesmas distribuídas em quatro repetições de 50 sementes cada e acondicionadas em rolos de papel *germitest*, mantidas em germinador de câmara tipo BOD, à temperatura constante de 20°C e sob fotoperíodo de 12/12 h dia/noite. A contagem das plântulas normais foi realizada aos quatro dias após a incubação das sementes e os resultados expressos em porcentagem média de plântulas normais.

2.2 Experimento III

Foi conduzido um experimento nas condições de campo, em área da UFSM pertencente ao Colégio Agrícola de Frederico Westphalen - CAFW, situada no município de Frederico Westphalen, durante o período de junho a outubro de 2012. O delineamento experimental foi de blocos ao acaso em parcelas subdivididas, onde as cultivares de trigo: BRS 296, Fundacep Cristalino, BRS Guamirim e Fundacep Raízes foram alocadas nas parcelas principais e as condições de competição: competição com azevém, competição com nabo ou ausência de competição, nas subparcelas.

As cultivares de trigo foram semeadas visando estabelecer a população de 300 plantas m⁻², no espaçamento de 0,17 m entre linhas e com parcelas de 6,12 m² de área, nas dimensões de 2,04 x 3,00 m. As plantas daninhas competidoras foram semeadas juntamente com as cultivares de trigo, a lanço, sendo monitorada sua emergência, visando o estabelecimento da população final de 50 plantas m⁻² de azevém e 30 plantas m⁻² de nabo, nas unidades experimentais correspondentes às parcelas com competição, mantendo-se livre de plantas daninhas, as parcelas sem competição.

Foi determinado o ponto de colheita de acordo com o ciclo de cada uma das cultivares avaliadas e realizada a coleta da área útil de 3 m² em cada subparcela. As plantas coletadas foram submetidas à trilha e suas sementes reservadas em sacos de papel, os quais posteriormente foram acondicionados no Laboratório de Tecnologia de Sementes do DCAA da UFSM, *Campus* Frederico Westphalen, onde foram submetidas aos testes de germinação e envelhecimento acelerado, realizados conforme descrição dos itens 2.1.1 e 2.1.2, além do teste de frio.

2.2.1 Teste de frio

Inicialmente foi realizada a homogeneização das amostras de sementes de trigo coletadas no campo, sendo que as amostras simples, oriundas das parcelas experimentais, foram somadas a fim de formar a amostra composta para cada um dos 12 tratamentos. O delineamento experimental para o teste de frio foi DIC, em esquema fatorial onde os tratamentos consistiram de quatro cultivares de trigo (Tabela 1) como fator A e das condições de competição (competição com azevém; competição com nabo e ausência de competição), como fator B.

Foram separadas amostras de 200 sementes para cada tratamento e arranjadas em quatro repetições de 50 sementes cada. As sementes foram alocadas em rolos de papel *germitest*, mantidos em germinador de câmara tipo BOD, à temperatura constante de 10°C por sete dias; transcorrido o período, as unidades experimentais foram transferidas para outra BOD à temperatura constante de 20°C e fotoperíodo de 12/12 h dia/noite. A avaliação foi realizada aos quatro dias após a incubação, sendo contadas as plântulas anormais em cada amostra e calculado o percentual de germinação de plântulas normais.

2.3 Experimento IV

Foi desenvolvido um experimento em casa-de-vegetação do DCAA da UFSM, *Campus* Frederico Westphalen, visando avaliar as características fisiológicas e

morfológicas das cultivares de trigo, no período de junho a agosto de 2012. O delineamento experimental foi DIC, com quatro repetições. As unidades experimentais foram representadas por vasos plásticos de 6L, preenchidos com substrato agrícola (Tecnomax®). Os tratamentos foram arrançados em esquema fatorial, onde o fator A equivaleu às cultivares de trigo: BRS 296, Fundacep Cristalino, BRS Guamirim e Fundacep Raízes, com características de planta contrastantes entre si (Tabela 1) e o fator B às épocas de avaliação: 15, 30, 45 e 60 dias após a emergência (DAE).

Tabela 1 – Estatura de planta e duração de ciclo de cultivares de trigo.

Cultivares	Estatura de planta		Duração do ciclo ¹
BRS 296	Média	95 cm	Precoce
Fundacep Cristalino	Média	91 cm	Precoce
BRS Guamirim	Baixa	78 cm	Precoce
Fundacep Raízes	Média	90 cm	Médio

¹ Ciclo emergência/maturação

Fonte: Adaptado de Embrapa (2006; 2011) e Fundacep (2006).

Inicialmente, foram semeadas cinco sementes de trigo por vaso visando determinar o Índice de Velocidade de Emergência (IVE), calculado pela equação proposta por Popinigis (1977 apud RIGOLI et al., 2009, p.43): $IVE = N_1/D_1 + N_2/D_2 + N_3/D_2$ onde, N_1 = número de sementes emergidas no primeiro dia de contagem; N_n = número acumulado de sementes emergidas ao final do período de contagem; D_1 = primeiro dia de contagem; D_n = número de dias total de contagem. As contagens diárias foram realizadas até que a emergência das plântulas fosse estabelecida. Após a emergência, procedeu-se ao desbaste, sendo mantida apenas uma planta por vaso, visando proporcionar a máxima expressão das características de cada uma das quatro cultivares de trigo avaliadas.

Aos 15, 30, 45 e 60 DAE, foram determinados o estágio de desenvolvimento (ED), de acordo com escala de desenvolvimento proposta por Feeks e Large (1954 apud INFORMAÇÕES..., 2011, p.173), a estatura de planta (EP), a área foliar (AF),

a massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca de sistema radicular (MSSR), massa seca total (MST). A EP (cm) foi determinada por meio da medição da parte aérea, tomando-se o comprimento da planta da base do solo até o ápice da planta. A área foliar foi determinada através do Integrador de área foliar LICOR 3000 ®. Em cada época de avaliação, as partes aérea e radicular das plantas foram separadas e posteriormente, acondicionadas em saco de papel, mantidas em estufa a 60°C, até atingir peso constante.

Os dados obtidos em todos os experimentos foram analisados quanto à homocedasticidade, utilizando-se os testes de Bartlett, Levene e Brow-Forsythe e havendo necessidade, foram realizadas transformações dos dados. Em seguida, foram submetidos à análise de variância pelo teste F e havendo significância estatística, foram comparados pelo teste de Duncan, a 5% de probabilidade do erro.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para as variáveis primeira contagem de germinação (PCG) e germinação do Experimento I, apenas a cultivar Fundacep Raízes apresentou desempenho diferenciado comparativamente às demais; neste caso, Raízes apresentou, na média, 72% na PCG e 80,76% para germinação, enquanto que BRS Guamirim apresentou 86 e 84,5%, respectivamente, não diferindo de BRS 296 (90,00 e 92,26 %) e Fundacep Cristalino (92,00 e 95,76 %) (Tabela 2).

Analisando as plântulas anormais, novamente a cultivar Fundacep Raízes apresentou desempenho diferenciado das demais cultivares de trigo avaliadas, com 13,26% (Tabela 2). BRS 296 (5,50%), Fundacep Cristalino (3,76%) e BRS Guamirim (7,26%), no entanto, não diferiram entre si quanto à porcentagem de plântulas anormais. Em relação às sementes duras, Fundacep Raízes apresentou o valor equivalente a 6%, cerca de 4,33% superior à média das demais cultivares, que não diferiram entre si.

Quando submetidas ao teste de envelhecimento acelerado (Experimento II), não foram constatadas diferenças significativas entre as cultivares, sendo a germinação média de 41,26% (Tabela 2).

Tabela 2 – Primeira contagem da germinação (PCG), plântulas normais, plântulas anormais, sementes duras e envelhecimento acelerado de sementes de cultivares de trigo. UFSM, *Campus* de Frederico Westphalen - RS, 2012.

Cultivar	PCG (%)	Germinação (%)			Envelhecimento acelerado (%)
		Plântulas normais	Plântulas anormais	Sementes duras	
BRS 296	90,00 a ¹	92,26 a	5,50 b	2,26 b	45,50 a
Fundacep Cristalino	92,00 a	95,76 a	3,76 b	0,50 b	43,00 a
BRS Guamirim	86,00 a	84,50 a	7,26 b	2,26 b	37,50 a
Fundacep Raízes	72,00 b	80,76 b	13,26 a	6,00 a	39,00 a
Média (%)	85,00	89,80	7,44	2,76	41,26
C.V. (%) ²	10,92	7,11	69,70	78,40	13,24

¹Médias seguidas de mesma letra, nas colunas, não diferem entre si pelo Teste de Duncan, ao nível de 5% de probabilidade de erro.

²Coeficiente de variação.

Para as variáveis que compõem o desempenho de plântulas (Experimento I) (Tabela 3), a cultivar Fundacep Raízes apresentou desempenho inferior em comparação com as demais cultivares de trigo avaliadas para a massa seca de hipocótilo (57,78 mg) e para o comprimento de hipocótilo (84,63 mm), cerca de 15 mm inferior à média das demais cultivares. Para a massa seca de hipocótilo, BRS Guamirim apresentou desempenho superior às demais cultivares. Quando comparadas entre si as variáveis massa seca do hipocótilo e massa seca total, as cultivares Fundacep Raízes (53,14 e 110,91 mg, respectivamente) e Cristalino (51,60 e 119,58 mg, respectivamente) apresentaram desempenho inferior, quando comparadas às cultivares BRS 296 e BRS Guamirim, que acumularam, respectivamente, 66,56 e 66,26 mg para a variável massa seca de radícula e 134,80 e 145,53 mg para massa seca total.

Para a variável comprimento de radícula, BRS 296 apresentou-se superior (125,14 mm) às demais; BRS Guamirim foi intermediária (115,07 mm) e as cultivares Fundacep Cristalino e Raízes, consistiram nas cultivares com menores comprimento de radícula, 109,10 e 109,58 mm, respectivamente. BRS 296 e BRS Guamirim foram as cultivares que obtiveram melhor desempenho inicial de plântulas, para as variáveis analisadas.

Tabela 3 – Massa seca do hipocótilo (MSH), massa seca da radícula (MSR), massa seca total (MST), comprimento do hipocótilo (CH) e comprimento da radícula (CR) de plântulas de cultivares de trigo. UFSM, *Campus* de Frederico Westphalen - RS, 2012.

Cultivar	MSH (mg plântula ⁻¹)	MSR (mg plântula ⁻¹)	MST (mg plântula ⁻¹)	CH (mm)	CR (mm)
BRS 296	68,24 b ¹	66,56 a	134,80 a	99,68 a	125,14 a
Fundacep Cristalino	67,98 b	51,60 b	119,58 b	103,90 a	109,10 b
BRS Guamirim	79,26 a	66,26 a	145,53 a	95,18 a	115,07 ab
Fundacep Raízes	57,78 c	53,14 b	110,91 b	84,63 b	109,58 b
Média	68,31	59,39	127,70	95,85	114,72
C.V. (%) ²	10,83	9,87	8,42	8,78	11,17

¹Médias seguidas de mesma letra, nas colunas, não diferem entre si pelo Teste de Duncan, ao nível de 5% de probabilidade de erro.

²Coeficiente de variação.

Sementes com elevada qualidade fisiológica são de suma importância para que seja garantido o estabelecimento da cultura no campo em população adequada, pois seria inútil o empenho em melhorar as cultivares e aperfeiçoar as práticas de manejo, se o desempenho das sementes for fator limitante no processo produtivo (LIMA et al., 2006). Além disso, sementes de procedência e com elevada qualidade fisiológica, permitem o rápido estabelecimento das culturas e seu bom desenvolvimento, conferindo-lhe maior competitividade com outras plantas que venham a se estabelecer na área. Em milho, observou-se que há efeito direto do vigor sobre o crescimento inicial das plantas, o que lhes confere maior habilidade competitiva com plantas daninhas, cujo desenvolvimento inicial foi mais lento (DIAS et al., 2010). Para o girassol, Alves et al. (2012) observaram que sementes mais vigorosas proporcionam rápido estabelecimento e quando há mistura de sementes de alto e baixo vigor, ocorre a competição intraespecífica, sendo que as plântulas oriundas de sementes vigorosas irão se estabelecer de forma antecipada e afetar o desenvolvimento das plântulas originárias de sementes menos vigorosas.

Para as sementes coletadas no campo e submetidas aos testes de germinação em laboratório (Experimento III), houve interação entre os fatores cultivares e condição de competição para a variável germinação de sementes (Tabela 4). Quando as cultivares foram mantidas em competição com azevém, BRS

296 apresentou a porcentagem mais elevada de germinação (90,50 %), sendo que BRS Guamirim foi a cultivar mais afetada pela competição (79,26 %), cerca de 11 pontos percentuais a menos que BRS 296. Fundacep Cristalino e Fundacep Raízes apresentaram valores intermediários quando permaneceram sob competição com azevém, 85,26 e 83,50 % de germinação, respectivamente.

Quando as cultivares de trigo foram mantidas em competição com o nabo, não foram observadas diferenças entre estas, sendo a germinação média obtida equivalente a 85,19 %. Já, quando foram mantidas livres da competição, a cultivar BRS 296 apresentou percentual de germinação (88,26 %) seis pontos superior à cultivar Fundacep Cristalino, que apresentou a menor germinação de sementes (82,26 %). BRS Guamirim (82,50 %) e Fundacep Raízes (87,26 %) apresentaram desempenho intermediário.

Analisando as cultivares de forma isolada, BRS 296 apresentou menor porcentagem de germinação quando em convívio com nabo (84,50%), comparativamente quando permaneceu em competição com azevém (90,50 %), no entanto, sem diferir estatisticamente do tratamento livre de competição (88,26 %); tal comportamento pode ser condicionado pelo expressivo crescimento que a planta competidora apresentou nas parcelas com esta cultivar, promovendo inclusive acamamento. Já, a cultivar BRS Guamirim quando em convívio com azevém, apresentou a menor porcentagem de germinação (79,26 %); na condição livre da competição, a germinação de BRS Guamirim foi intermediária (82,50 %), sendo a maior taxa de germinação observada quando em convivência com nabo (87,00 %) (Tabela 4). A germinação das sementes das cultivares Fundacep Cristalino e Raízes não apresentou diferenças entre as plantas competidoras e a ausência de competição (Tabela 4), indicando não haver influência da competição sobre a germinação de sementes oriundas de plantas que competiram ou não por recursos durante todo o ciclo.

Mesmo com população média estabelecida de 53 plantas m⁻² (dados não apresentados), o azevém exerceu algum efeito sobre a alocação de reservas para as sementes das cultivares no momento de sua formação, em especial para BRS Guamirim, a mais precoce entre os materiais avaliados (Tabela 4). No entanto, pela proximidade morfofisiológica entre o azevém e o trigo, podem ocorrer alterações no desenvolvimento da cultura quando esta é mantida em interação com a daninha

(PAULA et al., 2011). Em situações de competição interespecífica, a captação dos recursos ocorre em momentos distintos (FLECK et al., 2009), tornando este tipo de competição menos evidente quando em comparação com a competição intraespecífica (VIDAL & LAMEGO, 2010).

Tabela 4 – Germinação de sementes (%) e plântulas anormais (%) de cultivares de trigo, colhidas a partir de plantas crescidas na condição de competição com plantas de azevém ou nabo, ou na ausência de competição. UFSM, *Campus* de Frederico Westphalen - RS, 2012.

Germinação (%)			
Cultivar	Condição de competição		
	Azevém	Nabo	Sem competição
BRS 296	A 90,50 a ¹	A 84,50 b	A 88,26 ab
Fundacep Cristalino	B 85,26 a	A 85,76 a	C 82,26 a
BRS Guamirim	C 79,26 b	A 87,00 a	BC 82,50 ab
Fundacep Raízes	BC 83,50 a	A 83,50 a	AB 87,26 a
Média (%)		84,96	
C.V. (%) ²		2,81	
Plântulas anormais (%)			
Cultivar	Condição de competição		
	Azevém	Nabo	Sem competição
BRS 296	C 7,26 b ¹	A 11,72 a	B 10,00 ab
Fundacep Cristalino	BC 11,26 a	A 11,50 a	A 16,00 a
BRS Guamirim	A 17,50 a	A 9,70 b	A 16,23 a
Fundacep Raízes	AB 14,76 a	A 12,26 a	B 11,26 a
Média (%)		12,46	
C.V. (%) ²		19,04	

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

² Coeficiente de variação.

Para a variável plântulas anormais, foi observada interação significativa entre os fatores cultivares e condição de competição (Tabela 4). Quando as cultivares permaneceram em convivência com o azevém, BRS Guamirim apresentou maior porcentagem de plântulas anormais (17,50 %) e BRS 296 apresentou a menor (7,26 %). Quando em convivência com o nabo, não houveram diferenças significativas entre as cultivares para a porcentagem de plântulas anormais. Quando as cultivares

de trigo foram mantidas sem competição, Fundacep Cristalino (16,00%) e BRS Guamirim (16,23%) apresentaram as maiores porcentagens de plântulas anormais comparativamente às cultivares BRS 296 (10,00 %) e Fundacep Raízes (11,26 %) (Tabela 4).

Ao analisarmos as cultivares isoladamente, a cultivar BRS 296 apresentou a maior porcentagem de plântulas anormais (11,72 %) quando convivendo com o nabo, mas não diferiu estatisticamente do tratamento sem competição (10,00 %). A cultivar BRS Guamirim apresentou menor porcentagem de plântulas anormais quando em convivência com o nabo (9,70 %) e os maiores índices foram obtidos quando na presença de azevém (17,50 %) ou na ausência de competição (16,23%). As cultivares Fundacep Cristalino e Raízes, não apresentaram diferenças quando em competição com plantas de azevém ou nabo, ou na ausência de competição (Tabela 4).

A ocorrência de plântulas anormais pode estar relacionada com o acúmulo insuficiente de reservas nas sementes, tornando estas, incapazes de gerarem descendentes com desenvolvimento normal (CARVALHO & NAKAGAWA, 2000). Na safra de trigo 2012, houve registro de intempéries climáticas na fase do florescimento, como geada e na fase de enchimento de grãos, como chuvas intensas e granizo. Tais eventos reduzem a taxa de polinização e afetam o enchimento de grãos, podendo resultar numa elevada porcentagem de plântulas anormais.

Para as variáveis, primeira contagem de germinação e massa seca total de plântulas, foi observada significância ao nível de 5% de probabilidade de erro apenas para o fator cultivares de trigo (Tabela 5). BRS 296 apresentou maior porcentagem de germinação na primeira contagem (86,26 %) e BRS Guamirim obteve a menor (76,58 %), cerca de 11 % inferior à primeira. Já, para a massa seca total, novamente BRS 296 se destacou apresentando o melhor desempenho ($232,92 \text{ mg plântula}^{-1}$), mesmo não diferindo de Fundacep Cristalino ($230,42 \text{ mg plântula}^{-1}$) (Tabela 5). Por sua vez, Fundacep Raízes, apresentou menor massa seca total dentre as cultivares analisadas. Para as variáveis sementes duras e mortas, comprimentos de hipocótilo e radícula, não foram observadas diferenças significativas para nenhum dos fatores avaliados (dados não apresentados).

Tabela 5 – Primeira contagem de germinação (PCG) e massa seca total de plântulas de sementes (MST) de cultivares de trigo colhidas a partir de plantas crescidas na condição de competição com plantas de azevém ou nabo, ou na ausência de competição. UFSM, *Campus* de Frederico Westphalen - RS, 2012.

Cultivar	PCG (%)	MST (mg plântula ⁻¹)
BRS 296	86,26 a ¹	232,92 a
Fundacep Cristalino	83,40 b	230,42 ab
BRS Guamirim	76,58 c	220,83 b
Fundacep Raízes	83,00 b	195,00 c
Média	82,04	219,98
C.V. (%) ²	3,06	8,10

¹ Médias seguidas de mesma letra, nas colunas, não diferem entre si pelo Teste de Duncan, não diferem entre si pelo teste de Duncan, ao nível de 5% de probabilidade de erro.

² Coeficiente de variação.

Sementes de girassol oriundas de plantas cujas sementes apresentavam alto vigor, produziram sementes vigorosas, com pico de emergência homogêneo e acentuado; todavia, plantas oriundas de sementes com vigor reduzido, tenderam a gerar sementes com vigor insatisfatório, acentuando a competição entre plantas de girassol na ocasião da semeadura (ALVES et al., 2012). Já, Concenço et al. (2009) ao avaliarem os efeitos da competição sobre a qualidade fisiológica de sementes de soja, não observaram influência do nível da competição sobre as variáveis comprimento de parte aérea e raízes, massa seca de raízes de plântulas; os autores, também não observaram diferenças entre o percentual de plântulas normais e anormais aos 5 e 8 DAE em sementes de soja mantidas sob infestação.

Para a cultura do feijão, quando mantida por todo o ciclo com e sem competição, Oliveira et al. (2008) não detectaram diferenças significativas entre os manejos para a qualidade fisiológica das sementes. No entanto, os autores ressaltam haver tendência de melhor qualidade fisiológica de sementes para parcelas mantidas livres da infestação de plantas daninhas.

Quando as sementes coletadas no campo foram submetidas ao teste de envelhecimento acelerado, houve interação significativa entre os fatores cultivar e condição de competição (Tabela 6). Na condição de competição com o azevém, Fundacep Cristalino apresentou elevado vigor (74,00 %), cerca de 43,92 % superior

ao vigor da cultivar BRS Guamirim (41,50 %), que apresentou novamente o menor vigor dentre as cultivares avaliadas. Quando as cultivares cresceram sob interferência do nabo, Fundacep Cristalino mostrou maior vigor (77,00 %) e BRS 296 (29,00 %) e BRS Guamirim (32,00 %) foram as cultivares menos vigorosas; Fundacep Raízes apresentou vigor intermediário, 63,50 %.

Ao analisar o desempenho quanto ao vigor das cultivares, observa-se que a cultivar BRS 296 apresentou desempenho estatisticamente igual quando em convivência com azevém (53,50%) e quando permaneceu livre de competição (49,00%), sendo que o convívio com nabo proporcionou menor vigor à esta cultivar (29,00%), comparativamente com às demais situações (Tabela 6). Fundacep Cristalino apresentou desempenho inferior quando permaneceu livre da competição (44,00%), em comparação ao vigor obtido quando a cultivar cresceu sob interferência do azevém (74,00 %) e do nabo (74,00 %), que não apresentaram diferença estatística entre si.

O vigor de BRS Guamirim não diferiu estatisticamente entre as plantas competidoras azevém (41,50 %) e nabo (32,00 %) ou na ausência da competição (32,00 %). Para a cultivar Fundacep Raízes, o menor vigor foi obtido quando mantido sob competição com o azevém (58,50 %) e o maior vigor quando a cultivar permaneceu livre da competição (74,00 %); quando competiu com o nabo (63,50 %), não apresentou diferença estatística do maior e menor vigor obtido quando sem competição ou quando em convivência com o azevém (Tabela 6).

As sementes coletadas no campo e submetidas ao teste de frio apresentaram interação significativa entre os fatores analisados, cultivares e condição de competição (Tabela 6). Quando as cultivares foram crescidas em convivência com o azevém, Fundacep Cristalino apresentou vigor de 96,00%, o mais elevado comparativamente com as cultivares BRS 296 (89,50 %), BRS Guamirim (88,00 %) e Fundacep Raízes (90,50 %), que não diferiram estatisticamente entre si. Porém, quando foram cultivadas na presença do nabo, não foi verificada diferença entre as cultivares e o vigor médio foi de 92,75%. Ao permanecerem na ausência da competição, as cultivares Fundacep Cristalino e Raízes apresentaram maior vigor, 94,00 e 93,00 %, respectivamente.

Fundacep Cristalino e Raízes apresentaram igual comportamento, indiferente às plantas competidoras de azevém e nabo, ou ao tratamento com ausência de

competição. Já BRS 296 e Guamirim, apresentaram maior vigor quando em convivência com o nabo, 92,50 e 90,00%, respectivamente; ambas as cultivares, BRS 296 e BRS Guamirim, também apresentaram menor vigor quando em ausência de competição (85,50 e 80,00 %, respectivamente), e desempenho intermediário, quando em convívio com azevém (89,50 e 88,00 %, respectivamente) (Tabela 6).

Tabela 6 – Envelhecimento acelerado (%) e teste de frio (%) de sementes de cultivares de trigo colhidas a partir de plantas crescidas na condição de competição com plantas de azevém ou nabo, ou na ausência de competição. UFSM, *Campus* de Frederico Westphalen - RS, 2012.

Envelhecimento acelerado (%)			
Cultivar	Condição de competição		
	Azevém	Nabo	Sem competição
BRS 296	B 53,50 a ¹	C 29,00 b	B 49,00 a
Fundacep Cristalino	A 74,00 a	A 77,00 a	B 44,00 b
BRS Guamirim	C 41,50 a	C 32,00 a	C 32,00 a
Fundacep Raízes	B 58,50 b	B 63,50 ab	A 74,00 a
Média (%)		52,34	
C.V. (%) ²		13,76	
Teste de frio (%)			
Cultivar	Condição de competição		
	Azevém	Nabo	Sem competição
BRS 296	B 89,50 ab ¹	A 92,50 a	B 85,50 b
Fundacep Cristalino	A 96,00 a	A 95,00 a	A 94,00 a
BRS Guamirim	B 88,00 b	A 93,50 a	B 80,00 c
Fundacep Raízes	B 90,50 a	A 90,00 a	A 93,00 a
Média (%)		86,62	
C.V. (%) ²		4,37	

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

²Coeficiente de variação.

No Experimento IV, conduzido em casa-de-vegetação, para a análise do IVE não houve diferença significativa entre as cultivares de trigo (Tabela 7). Especula-se que fatores como temperatura e umidade adequadas, tenham exercido forte influência na germinação das sementes de trigo e refletido no resultado obtido para

o IVE. Mesmo o teste de germinação feito em laboratório indicando baixa germinação para Fundacep Raízes quando comparada às demais (Experimento I; Tabela 2), na condição de casa-de-vegetação este resultado não foi observado.

Tabela 7 – Índice de velocidade de emergência (IVE) de cultivares de trigo. UFSM, Campus de Frederico Westphalen - RS, 2012.

Cultivares	IVE
BRS 296	3,09 ^{ns}
Fundacep Cristalino	3,33
BRS Guamirim	2,58
Fundacep Raízes	2,70
Média	2,93
C.V. (%) ¹	43,15

^{ns} Não significativo pelo Teste de Duncan ao nível de 5% de probabilidade de erro.

¹ Coeficiente de variação.

Aos 6 DAS, a cultivar Fundacep Cristalino apresentou a maior porcentagem de emergência (37,60%); as cultivares BRS 296 e Guamirim apresentaram valores intermediários para o período (22,60 e 15 %, respectivamente) e Fundacep Raízes apresentou a menor porcentagem de emergência (12,60%). Não foi constatada diferença significativa ($p \geq 0,05$) entre as cultivares para a evolução da emergência a partir dos 7 DAS, não sendo possível a associação deste atributo com o ciclo de desenvolvimento das cultivares de trigo avaliadas. O estabelecimento das plântulas ocorreu dos 12 aos 14 DAS (Tabela 8).

Além da velocidade de estabelecimento, a uniformidade com que isso ocorre também se torna fator relevante como ferramenta competitiva para com as plantas daninhas (AGOSTINETTO et al., 2004; RIGOLI et al., 2009), uma vez que os efeitos irreversíveis ocasionados pela competição entre plantas por recursos como água, luz e nutrientes ocorrem de forma mais pronunciada no início do ciclo das plantas cultivadas (BALBINOT Jr. et al., 2001; LAMEGO et al., 2010). Tal característica é desejável quando se visa a adoção do manejo cultural de plantas daninhas, onde a utilização de cultivares que apresentem alta capacidade competitiva é primordial na redução de perdas em rendimento e possíveis dispêndios com a utilização de

herbicidas (NUNES et al., 2002). A velocidade de emergência de uma cultivar, não necessariamente será correspondente ao seu ciclo (RIGOLI et al. 2009), uma vez que podem haver influências genéticas que determinam se a velocidade de desenvolvimento desta será mais rápida na fase vegetativa ou irá completar a fase reprodutiva de forma mais acelerada. Há ainda os fatores ambientais também ressaltados por Rigoli et al. (2009), que podem vir a exercer alguma influência sobre a velocidade com a qual uma planta se estabelece no meio. Fleck et al. (2003a) afirmam que cultivares de arroz cuja emergência for mais lenta, serão menos competitivas em situações de infestações iniciais de plantas daninhas.

A análise das variáveis de crescimento de planta evidenciou haver interação significativa entre os fatores cultivares e dias após a emergência para a variável estatura de planta (Tabela 9). Aos 15 e 30 DAE, não houve diferença entre a estatura das cultivares. Porém aos 45 DAE, a cultivar BRS 296 apresentou-se com estatura superior às demais (54,15 cm). Aos 60 DAE, BRS Guamirim apresentou-se como a cultivar de menor estatura de planta com 56,73 cm, corroborando com a informação apresentada na Tabela 1, onde esta cultivar é caracterizada como sendo de porte baixo. Fundacep Cristalino apresentou crescimento estatisticamente igual à cultivar BRS 296 e Fundacep Raízes apresentou estatura intermediária (65,53 cm) (Tabela 9).

Em relação à área foliar, foi verificada interação significativa entre os fatores cultivares e épocas de avaliação (Tabela 9). Aos 15 e 30 DAE, não houve diferença entre as cultivares que apresentaram acúmulo médio de área foliar de 37,71 e 117,51 cm² planta⁻¹, para os respectivos períodos. Aos 45 DAE, a cultivar BRS 296 (ciclo precoce/estatura média) apresentou área foliar de 845,61 cm² planta⁻¹, demonstrando ser superior às demais cultivares. No entanto, a cultivar Fundacep Cristalino (ciclo precoce/estatura média) diferiu das demais cultivares por apresentar área foliar de 1414,55 cm² planta⁻¹ aos 60 DAE, apresentando performance cerca de 56 % superior à média das cultivares BRS Guamirim (ciclo precoce/estatura baixa) e Fundacep Raízes (ciclo médio/estatura média), que apresentaram os menores valores para área foliar, 539,79 e 711,14 cm² planta⁻¹, respectivamente. BRS 296 registrou área foliar de 1026,36 cm² planta⁻¹ aos 60 DAE.

Tabela 8 – Evolução da emergência (%) de cultivares de trigo. UFSM, *Campus* de Frederico Westphalen - RS, 2012.

Cultivares	Dias após a semeadura									
	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
BRS 296	0,00 ^{ns}	22,60 ab ¹	42,60 ^{ns}	57,60 ^{ns}	65,00 ^{ns}	78,80 ^{ns}	86,20 ^{ns}	92,60 ^{ns}	93,80 ^{ns}	96,20 ^{ns}
Fundacep Cristalino	0,00	37,60 a	51,20	58,80	73,80	82,60	85,00	91,20	93,80	95,00
BRS Guamirim	0,00	15,00 ab	27,60	40,00	57,60	66,20	75,00	82,60	88,80	93,80
Fundacep Raízes	0,00	12,60 b	32,60	47,60	62,60	71,20	77,60	86,20	86,20	88,80
Média	0,00	21,80	38,40	51,00	64,60	74,60	81,00	88,20	90,60	93,40
C.V. (%) ²	0,00	140,78	99,00	80,54	61,83	44,82	35,41	23,96	18,95	16,30

^{ns} Não significativo pelo Teste de Duncan ao nível de 5% de probabilidade de erro, na linha.

¹ Médias seguidas de mesma letra, nas colunas, não diferem entre si pelo Teste de Duncan, ao nível de 5% de probabilidade de erro.

² Coeficiente de variação.

Ao analisarmos cada cultivar isoladamente ao longo dos períodos avaliados, observa-se que Fundacep Cristalino mostrou significativo incremento de área foliar ao longo do tempo. A cultivar BRS 296 não diferiu estatisticamente em área foliar dos 15 aos 30 DAE e dos 45 aos 60 DAE, diferindo apenas dos 30 para os 45 DAE (Tabela 9) o que demonstra um investimento em área foliar inicialmente mais lento entre épocas. BRS Guamirim e Fundacep Raízes apresentaram crescimento gradativo até 45 DAE, não diferindo entre si aos 60 DAE (Tabela 9).

A estatura de planta é parâmetro para incremento de habilidade competitiva (LAMEGO et al., 2005). Rigoli et al. (2009) destacam que a estatura de planta costuma ser a característica de planta mais fortemente associada ao intenso sombreamento e redução do crescimento das plantas competidoras. Assim, como a estatura de planta, o vigor, a largura e a inclinação de folha, o afilhamento e a cobertura do solo são indicadores de competitividade em uma cultivar (LEMERLE et al., 2001). Deste modo, cultivares de trigo cuja estatura é superior, possuem vigor inicial maior comparativamente às cultivares de trigo de porte baixo e, possivelmente, a associação de estatura de planta elevada ao maior vigor inicial, conferem a estes cultivares maior competitividade frente ao azevém (LEMERLE et al., 2001). Considerando os resultados obtidos, em que as cultivares avaliadas passaram a apresentar diferenças significativas para as variáveis estatura de planta e área foliar a partir dos 45 DAE (Tabela 9) em condição livre da competição com plantas daninhas, devemos ressaltar a importância do estabelecimento da cultura do trigo no campo em condições sem que haja a presença de plantas competidoras. Isso pode ser reforçado pela ideia de que cultivares com características de planta distintas apresentaram comportamento diferenciado apenas a partir dos 45 DAE, quando seu potencial competitivo passa a ser expresso efetivamente.

Em estudo com milho, lotes de sementes que apresentaram maior vigor inicial, também tiveram maior estatura de planta, quando comparados com plantas originárias de lotes menos vigorosos, independente de crescerem ou não sob competição com plantas daninhas (DIAS et al., 2010). Por outro lado, Fleck et al. (2003a) não encontraram correlação entre a velocidade de estabelecimento e estatura das cultivares de arroz estudadas.

Tabela 9 – Estatura de planta (cm) e área foliar (cm²) de cultivares de trigo aos 15, 30, 45 e 60 dias após a emergência (DAE). UFSM, *Campus* de Frederico Westphalen - RS, 2012.

Estatura de planta (cm)				
Cultivar	DAE			
	15	30	45	60
BRS 296	A 27,23 d ¹	A 35,90 c	A 54,15 b	A 80,78 a
Fundacep Cristalino	A 22,10 d	A 31,35 c	B 44,68 b	A 74,23 a
BRS Guamirim	A 22,53 d	A 32,73 c	AB 47,95 b	C 56,73 a
Fundacep Raízes	A 24,65 d	A 30,78 c	AB 51,30 b	B 65,53 a
Média	24,13	32,69	49,52	69,31
C.V. (%) ²	10,76			
Área foliar (cm ²)				
CULTIVAR	DAE			
	15	30	45	60
BRS 296	A 47,33 b ¹	A 131,59 b	A 845,61 a	B 1026,36 a
Fundacep Cristalino	A 32,22 d	A 112,68 c	BC 517,76 b	A 1414,55 a
BRS Guamirim	A 28,14 c	A 110,42 b	C 337,72 a	C 539,79 a
Fundacep Raízes	A 43,15 c	A 115,36 b	AB 704,39 a	C 711,14 a
Média	37,71	117,51	601,37	922,96
C.V. (%) ²	20,85			

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

² Coeficiente de variação.

A área foliar de plantas é característica que se associa com elevada estatura (ZANINE & SANTOS, 2004) e produção de massa da parte aérea (FLECK et al., 2003b). Um bom desenvolvimento da parte aérea pode ser fator determinante na competitividade das culturas para com as plantas daninhas, pois lhe conferem maior cobertura do solo e domínio do dossel, promovendo o sombreamento e afetando o desenvolvimento das plantas competidoras que estejam estabelecidas ou que venham a emergir após o seu estabelecimento (LEMERLE et al., 1996).

Na Figura 1, aos 15 DAE as cultivares BRS 296 e Fundacep Raízes apresentavam afilhos formados, sendo as mais adiantadas. Aos 30 DAE, apenas BRS Guamirim estava em fase de alongamento do colmo, apresentando o primeiro nó do colmo visível e aos 45 DAE, a lígula da folha bandeira visível. Fundacep

Cristalino e BRS Guamirim foram as primeiras cultivares a iniciarem o período de florescimento (Figura 1).

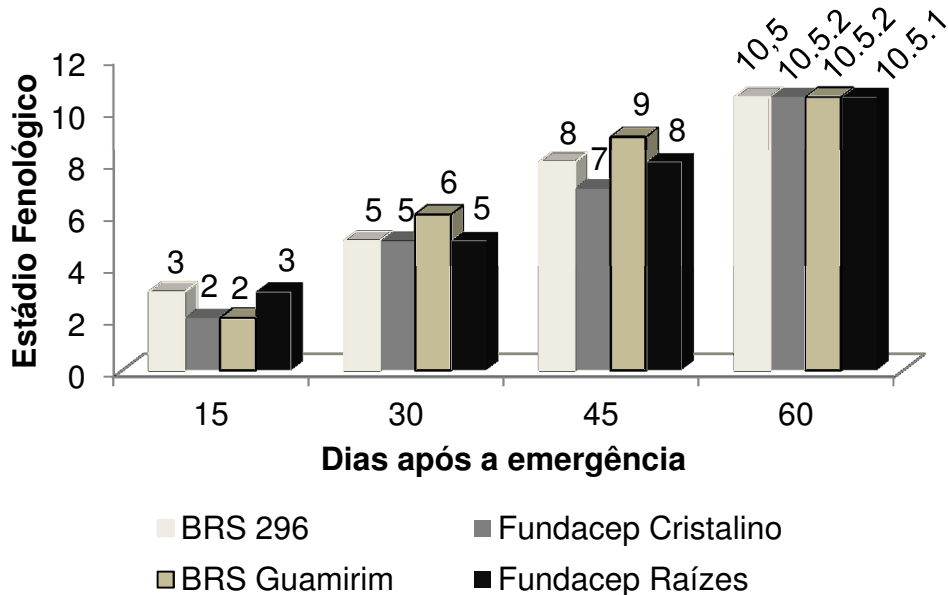


Figura 1 – Estádio fenológico¹ de cultivares de trigo aos 15, 30, 45 e 60 dias após a emergência (DAE). UFSM, *Campus* de Frederico Westphalen - RS, 2012.

¹ Escala de Large e Feeks (1954).

De acordo com Balbinot Jr. et al. (2001), o crescimento inicial de plantas e o incremento em área foliar, são características influenciadas pela velocidade de emissão das folhas e do avanço do estágio fenológico destas. No entanto, cultivares precoces e com baixa estatura como é o caso da cultivar BRS Guamirim, podem não ser influenciadas fortemente pela velocidade com a qual avançam os estádios fenológicos (Figura 1) na sua resposta ao incremento da área foliar (Tabela 9). A cultivar BRS Guamirim foi a mais adiantada em ciclo aos 45 DAE, no entanto, apresentou menor área foliar no mesmo período (Tabela 9).

Para o número de afilhos por planta, foi observado incremento crescente ao longo dos períodos avaliados, não sendo observada interação significativa entre os fatores (Figura 2).

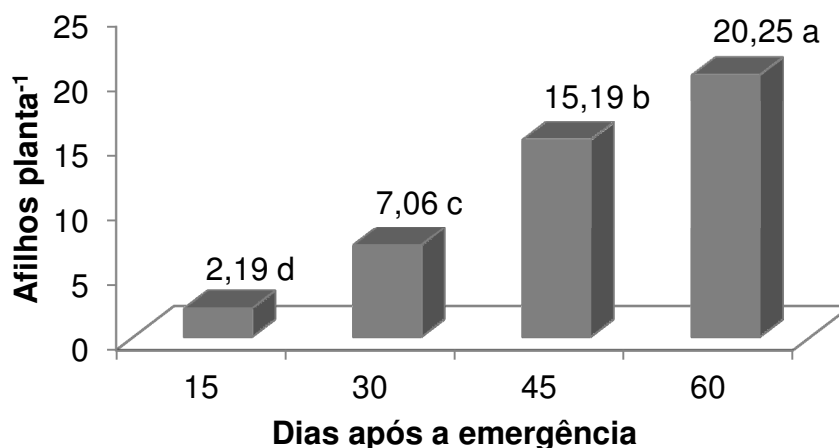


Figura 2 – Número de afilhos (afilhos planta⁻¹) em cultivares de trigo aos 15, 30, 45 e 60 dias após a emergência (DAE). UFSM, *Campus* de Frederico Westphalen - RS, 2012.

O incremento no número de afilhos está relacionado à qualidade da radiação interceptada pelas plantas de trigo, que interfere na realocação de fotoassimilados na planta, uma vez que em condições de boa qualidade da radiação interceptada, há redistribuição destes e os afilhos são favorecidos e em situações em que há baixa qualidade da radiação interceptada, o colmo principal é priorizado (ALMEIDA & MUNDSTOCK, 2001). No Experimento IV, as cultivares foram alocadas em condições altamente favoráveis para o afilhamento, uma vez que foi mantida uma única planta por unidade experimental, a fim de proporcionar que estas pudessem expressar seu máximo potencial. É altamente desejável entre as características de planta que confirmam maior habilidade competitiva, elevado número de afilhos, pois em condições de competição em nível de campo, o baixo número de afilhos pode conferir menor competitividade à cultura (RIGOLI et al., 2009).

Foi constatada interação entre as cultivares e as épocas de avaliação para a massa seca da parte aérea (MSPA) (Tabela 10). Não há diferença entre as cultivares nos períodos de 15 e 30 DAE. Aos 45 DAE, a cultivar BRS 296 apresentou maior acúmulo de MSPA (6,35 g planta⁻¹) enquanto a cultivar BRS Guamirim apresentou o menor, apenas 2,68 g planta⁻¹, cerca de 58 % inferior à cultivar BRS 296; Fundacep Cristalino e Raízes apresentaram MSPA intermediária

com acúmulo de 3,62 e 5,07 g planta⁻¹ cada. Aos 60 DAE, a cultivar Fundacep Cristalino apresentou maior MSPA (25,48 g planta⁻¹), sendo a cultivar BRS Guamirim a que obteve menor acúmulo de MSPA, 55,5 % inferior à cultivar Fundacep Cristalino (Tabela 10). Ao analisarmos as cultivares de modo isolado, observamos igual comportamento entre elas, sendo que não apresentaram incremento dos 15 aos 30 DAE, havendo aumento significativo no acúmulo de MSPA aos 45 DAE.

Quando analisado o acúmulo de massa seca do sistema radicular (MSSR), também foi significativa a interação entre os fatores cultivares e épocas de avaliação (Tabela 10). O comportamento de todas as cultivares não apresentou diferenças nos períodos de 15 e 30 DAE, quando as médias foram de 0,12 e 0,30 g planta⁻¹ de MSSR, respectivamente. Aos 45 DAE, a cultivar BRS 296 mostrou-se superior às demais cultivares, com acúmulo de MSSR de 2,09 g planta⁻¹; Fundacep Cristalino (1,03 g planta⁻¹) e BRS Guamirim (0,74 g planta⁻¹) apresentaram a menor MSSR para o período e a cultivar Fundacep Raízes, apresentou acúmulo de MSSR intermediário (1,51 g planta⁻¹), sem diferir, no entanto, das cultivares com maior e menor acúmulo de MSSR.

Fundacep Cristalino se igualou à BRS 296 aos 60 DAE, quando estas apresentaram acúmulo de MSSR de 5,38 e 6,75 g planta⁻¹, respectivamente; as cultivares BRS Guamirim (2,92 g planta⁻¹) e Fundacep Raízes (3,35 g planta⁻¹) apresentaram o menor acúmulo de MSSR no período avaliado (Tabela 10).

Ao analisarmos as cultivares de modo isolado ao longo dos períodos avaliados, observa-se que as cultivares BRS 296 e Fundacep Raízes não apresentaram diferenças entre a MSSR produzida aos 15 e 30 DAE. Por sua vez, a cultivar BRS Guamirim apresentou desempenho sem incremento significativo de MSSR aos 15 (0,11 g planta⁻¹), 30 (0,49 g planta⁻¹) e 45 DAE (0,74 g planta⁻¹); Fundacep Cristalino foi a cultivar que apresentou incremento progressivo de MSSR ao longo do tempo. No entanto, todas as cultivares apresentaram seu maior acúmulo de MSSR aos 60 DAE, havendo em média, um incremento médio significativo de 60,67 % na MSSR para as cultivares entre os períodos de 45 e 60 DAE (Tabela 10).

Para a massa seca total (MST) também foi verificada interação entre os fatores cultivares e épocas de avaliação (Tabela 10). Observa-se que segue a tendência das variáveis anteriores, onde aos 15 e 30 DAE não houve diferença

significativa no acúmulo de MST entre as cultivares para ambos os períodos. Em média, aos 15 DAE as cultivares haviam acumulado MST equivalente à 0,28 g planta⁻¹ e aos 30 DAE, cerca de 1,20 g planta⁻¹. Aos 60 DAE, a cultivar Fundacep Cristalino (32,23 g planta⁻¹) apresentou o maior acúmulo de MST, sendo 48,7 % superior às médias obtidas por BRS Guamirim (14,25 g planta⁻¹) e Fundacep Raízes (18,83 g planta⁻¹), cultivares com menor acúmulo de MST no período.

Todas as cultivares não apresentaram acúmulo de MST significativo entre os períodos de 15 e 30 DAE, havendo incremento significativo apenas a partir dos 45 DAE, quando esse aumentou, em média, 81,9%. As cultivares avaliadas apresentaram máximo acúmulo de MST aos 60 DAE, quando houve incremento médio de 70,53 % em relação ao período avaliado anteriormente (45 DAE). Todas as cultivares assumiram comportamento semelhante (Tabela 10).

A interferência causada por plantas competidoras pode alterar o comportamento da cultura, sendo que esta poderá passar a investir uma porção maior dos fotoassimilados no desenvolvimento do colmo principal e prejudicar o desenvolvimento da área foliar, produção de biomassa e até afetar o rendimento da cultura (GALON et al., 2011). Ao estudar o comportamento de cultivares de cevada em competição com azevém, Galon et al. (2011) observaram que a planta competidora promoveu a redução do número de afilhos, área foliar e massa seca de parte aérea na cultura.

A natureza da competição, água e/ou luz, afetam o acúmulo de massa seca da parte aérea para cultivares de soja submetidas à competição (BIANCHI et al., 2006). Também, foi observada redução na razão massa foliar quando os genótipos de soja que foram crescidos sob competição (BIANCHI et al., 2010); porém, houve um genótipo que apresentou-se mais competitivo, superando os demais mesmo quando na presença de plantas competidoras.

O acúmulo de massa pelas plantas pode ser considerado como forte indicativo que caracteriza a velocidade com a qual uma planta cresce e se desenvolve (BALBINOT Jr. et al., 2001). Com isso, há tendência de incremento linear da cobertura do solo em genótipos de arroz irrigado que apresentam desdobramento na massa acumulada (BALBINOT Jr. et al., 2003).

Tabela 10 – Massa seca da parte aérea (g planta^{-1}), massa seca do sistema radicular (g planta^{-1}) e massa seca total (g planta^{-1}) de cultivares de trigo aos 15, 30, 45 e 60 dias após a emergência (DAE). UFSM, *Campus* de Frederico Westphalen - RS, 2012.

Massa seca de parte aérea (g planta^{-1})				
Cultivar	DAE			
	15	30	45	60
BRS 296	A 0,19 c ¹	A 0,79 c	A 6,35 b	B 18,84 a
Fundacep Cristalino	A 0,16 c	A 0,66 c	BC 3,62 b	A 25,48 a
BRS Guamirim	A 0,11 c	A 0,70 c	C 2,68 b	C 11,32 a
Fundacep Raízes	A 0,16 c	A 0,66 c	AB 5,07 b	B 15,46 a
Média	0,16	0,70	4,43	17,78
C.V. (%) ²	15,54			
Massa seca do sistema radicular (g planta^{-1})				
Cultivar	DAE			
	15	30	45	60
BRS 296	A 0,15 c ¹	A 0,36 c	A 2,09 b	A 5,83 a
Fundacep Cristalino	A 0,11 c	A 0,33 bc	B 1,03 b	A 6,75 a
BRS Guamirim	A 0,11 b	A 0,49 b	B 0,74 b	B 2,92 a
Fundacep Raízes	A 0,12 c	A 0,25 c	AB 1,51 b	B 3,35 a
Média	0,12	0,36	1,64	4,71
C.V. (%) ²	15,11			
Massa seca total (g planta^{-1})				
Cultivar	DAE			
	15	30	45	60
BRS 296	A 0,34 c ¹	A 1,51 c	A 8,44 b	B 24,67 a
Fundacep Cristalino	A 0,27 c	A 1,14 c	BC 4,88 b	A 32,23 a
BRS Guamirim	A 0,22 c	A 1,19 c	C 3,41 b	C 14,25 a
Fundacep Raízes	A 0,28 c	A 0,95 c	AB 6,57 b	C 18,83 a
Média	0,28	1,20	6,63	22,50
C.V. (%) ²	16,77			

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

² Coeficiente de variação.

O intenso desenvolvimento do sistema radicular pode conferir vantagem às plantas em condições de limitação por algum dos recursos de solo, proporcionando à esta, maior área de exploração. O sistema radicular irá apresentar importância em função das espécies concorrentes que ocorrem no ambiente e da disponibilidade

dos recursos no meio (RIGOLI et al., 2009). Contudo, plantas com sistema radicular com bom desenvolvimento inicial, promovem a absorção antecipada dos recursos e privam as plantas concorrentes deste, além de poderem posteriormente ser retribuídos em outras partes na planta (BALBINOT Jr. et al., 2001).

Como não houve interação para os fatores avaliados para a relação entre a massa seca de parte aérea e radicular (MSPA/MSSR) entre as cultivares de trigo (Tabela 11), observa-se que a cultivar Fundacep Raízes (ciclo médio/estatura média) apresentou na média, maior relação MSPA/MSSR (3,16) e que as cultivares BRS 296 (2,51) e BRS Guamirim (2,59) apresentaram relação MSPA/MSSR inferior à Fundacep Raízes, sendo que a cultivar Fundacep Cristalino apresentou comportamento intermediário sem, no entanto, diferir das demais cultivares.

Tabela 11 – Relação de massa seca da parte aérea (MSPA) e massa seca do sistema radicular (MSSR) de cultivares de trigo. UFSM, *Campus* de Frederico Westphalen - RS, 2012.

Cultivar	MSPA/MSSR
BRS 296	2,51 b ¹
Fundacep Cristalino	2,78 ab
BRS Guamirim	2,59 b
Fundacep Raízes	3,16 a
Média	2,76
C.V. (%) ²	7,23

¹Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo Teste de Duncan, ao nível de 5% de probabilidade de erro.

²Coeficiente de variação.

Analisando isoladamente o fator épocas, o incremento na relação MSPA/MSSR foi significativo ao longo do tempo (Figura 3).

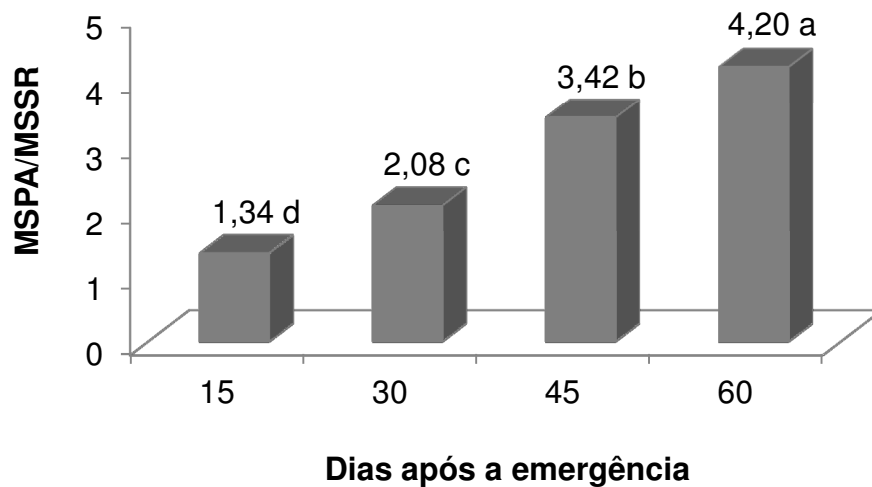


Figura 3 – Relação de massa seca da parte aérea e massa seca do sistema radicular de cultivares de trigo aos 15, 30, 45 e 60 dias após a emergência (DAE). UFSM, *Campus de Frederico Westphalen* - RS, 2012.

Para cultivar de trigo cujo ciclo foi caracterizado como longo e a estatura baixa, observou-se baixa MSPA/MSSR e menor massa total (RIGOLI et al., 2009). O balanço energético adequado na planta e o investimento tanto em crescimento aéreo quanto radicular, faz com que as plantas sejam mais eficientes em competir com outras plantas, pois estão aptas a interceptar de forma mais eficiente os recursos disponíveis em condições limitantes. Assim, Fundacep Raízes consiste em cultivar com potencial competitivo analisando a parte aérea, no entanto, é pouco competitiva pelos recursos do solo, pois investiu cerca de 3,16 vezes mais no crescimento e desenvolvimento da parte aérea, comparativamente ao sistema radicular (Tabela 11).

4 CONCLUSÕES

A convivência durante todo o ciclo de desenvolvimento com plantas daninhas de azevém ou nabo, nas populações avaliadas, não afeta o vigor de sementes da

cultivar de trigo Fundacep Cristalino, com base em contagem de plântulas anormais e teste de frio.

Cultivares de trigo com elevado vigor de sementes pelos testes de primeira contagem de germinação, plântulas normais, plântulas anormais e sementes duras, associados a características de planta como elevada estatura, área foliar, massa seca de parte aérea, massa seca de raízes e massa seca total, indicam maior habilidade em competir com plantas daninhas, como observado para a cultivar Fundacep Cristalino.

REFERÊNCIAS

AGOSTINETTO, D. et al. Perdas de rendimento de grãos na cultura do arroz irrigado em função da população de plantas e de época relativa de emergência de arroz-vermelho ou de seu genótipo simulador de infestação de arroz-vermelho. **Planta Daninha**, v. 22, n.2, p.175-183, 2004.

ALMEIDA, M. L. & MUNDSTOCK, C. M. A qualidade da luz afeta o afilhamento em plantas de trigo, quando cultivadas sob competição. **Ciência Rural**, v.31, n.3, p.401-408, 2001.

ALVES, F. V. et al. Composição química e qualidade fisiológica de sementes de girassol de plantas submetidas à competição intraespecífica. **Revista Brasileira de Sementes**, v.34, n.3 p.457 - 465, 2012.

BALBINOT Jr. et al. Velocidade de emergência e crescimento inicial de cultivares de arroz irrigado influenciando a competitividade com as plantas daninhas. **Planta Daninha**, v. 19, n.3, p.305-316, 2001.

BALBINOT Jr. et al. Características de plantas de arroz e habilidade competitiva com plantas daninhas. **Planta Daninha**, v. 21, n.2, p.165-174, 2003.

BASTIAANS, L.; PAOLINI, R.; BAUMANN, D. T. Focus on ecological weed management: what is hindering adoption? **Weed Research**, v.48, n.6, 481-491, 2008.

BIANCHI, M. A.; FLECK, N. G. & DILLENBURG, L. R. Partição da competição por recursos do solo e radiação solar entre cultivares de soja e genótipos concorrentes. **Planta Daninha**, v. 24, n.4, p.629-639, 2006.

BIANCHI, M. A. et al. Papéis do arranjo de plantas e do cultivar de soja no resultado da interferência com plantas competidoras. **Planta Daninha**, v. 28, n. especial, p.979-991, 2010.

BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. **Regras para análise de sementes**. Brasília: SNAD/ DNDV/CLAV, 2009. 398p.

CARVALHO, N. M. & NAKAGAWA, J. Capítulo X - Produção de sementes (VIGOR). In: **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. Jaboticabal: Funep, p.309-318, 2000.

CONCENÇO, G. et al. Germinação e crescimento inicial de soja em função de níveis de infestação e períodos de competição com as plantas daninhas. **Revista Tropica – Ciência Agrárias e Biológicas**, v.3, n.1, p.21-27, 2009.

DIAS, M. A.; MONDO, V. H.; CICERO, S. M. Vigor de sementes de milho associado à mato-competição. **Revista Brasileira de Sementes**, v.32, n.2, p.93-101, 2010.

FLECK, N.G. Competição de azevém (*Lolium multiflorum* L.) com duas cultivares de trigo. **Planta Daninha**, v.3, n.2, p.61-67, 1980.

FLECK, N.G. et al. Velocidade de estabelecimento em cultivares de arroz irrigado como característica para aumentar a habilidade competitiva com plantas concorrentes. **Ciência Rural**, v.33, n.4, p.635-640, 2003.

FLECK, N.G. et al. Associação de características de planta em cultivares de aveia com habilidade competitiva. **Planta Daninha**, v.27, n.2, p.211-220, 2009.

GALON, L. et al. Habilidade competitiva de cultivares de cevada convivendo com azevém. **Planta Daninha**, v.29, n.4, p.771-781, 2011.

GOLDBERG, D.E; LANDA, K. Competitive effect and response: hierarchies and correlated traits in the early stages of competition. **Journal of Ecology**, v.79, n.4, p.1013-1030, 1991.

INFORMAÇÕES técnicas para trigo e triticales – Safra 2012. **V Reunião da comissão brasileira de pesquisa de trigo e triticales**. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2011.

JANNINK, J.L. et al. Index selection for weed suppressive ability in soybean. **Crop Science**, v.40, n.4, p.1087-1094, 2000.

KOLCHINSKI, E. M., SCHUCH, O. B; PESKE, S. T. Crescimento inicial de soja em função do vigor das sementes. **Revista Brasileira Agrociência**, v.12, n.2, p.163-166, 2006.

LAMEGO, F.P. et al. Tolerância à interferência de plantas competidoras e habilidade de supressão por genótipos de soja – II. Resposta de variáveis de produtividade. **Planta Daninha**, v.22, n.4, p.491-498, 2004.

LAMEGO, F.P. et al. Tolerância à interferência de plantas competidoras e habilidade de supressão por cultivares de soja–I. Resposta de variáveis de crescimento. **Planta Daninha**, v.23, n.3, p.405-414, 2005.

LAMEGO, F. P. Capítulo 7 – Impacto da morfologia vegetal na competição entre plantas. In: VIDAL, R. (ed.). **Interação Negativa entre Plantas: Inicialismo, Alelopatia e Competição**. 1. ed. Porto Alegre: Evangraf, p.111-128, 2010.

LEMERLE, D. et al. The potential for selecting wheat varieties strongly competitive against weeds. **Weed Research**, v.36, n.6, p.505-513, 1996.

LEMERLE, D.; VERBEEK, V. & ORCHARD, B. Ranking the ability of wheat varieties to compete with *Lolium rigidum*. **Weed Research**, v.41, p.197-209, 2001.

LIMA, T. C.; MEDINA, P. F.; FANAN, S. Avaliação do vigor de sementes de trigo pelo teste de envelhecimento acelerado. **Revista Brasileira de Sementes**. v.28, n.1, p.106-113, 2006.

MARCOS FILHO, J. Capítulo 3 – Teste de envelhecimento acelerado. In: KRZYZANOWSKI, F. C.; VIEIRA, R. D. & FRANÇA NETO, J. B. (ed.). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, p.1-24, 1999.

NUNES, U. R. et al. Efeito do condicionamento osmótico de sementes de soja sobre a habilidade competitiva da cultura com plantas daninhas. **Planta Daninha**, v.20, n.1, p.27-35, 2002.

OLIVEIRA, A. C. S. et al. Testes de vigor em sementes baseados no desempenho de plântulas. **Revista Científica Internacional**, n.4, 2009.

OLIVEIRA, M. G. C. et al. **Influência de plantas daninhas na qualidade fisiológica de sementes de genótipos de feijão**. Campinas: IAC, [s.n.], 2008. p.669-672. (Documentos, 85).

PAGLIARINI, I. et al. Potencial competitivo em estádios iniciais de desenvolvimento de cultivares de soja geneticamente modificada. In: Congresso Brasileiro da Ciência das Plantas Daninhas, 28, 2012, Campo Grande. **Anais...** São Paulo, Sociedade Brasileira da Ciência das Plantas Daninhas, 2012. p.89-94.

PAULA J. M. et al. Competição de trigo com azevém em função da época de aplicação e doses de nitrogênio. **Planta Daninha**, v.29, n. 3, p. 557-563, 2011.

RADOSEVICH, S. R.; HOLD, J. S.; GHERSA, C. M. **Ecology of Weeds and Invasive Plants**. 3. Ed. New York: Wiley, 2007.

RIGOLI, R. P. et al. Potencial competitivo de cultivares de trigo em função do tempo de emergência. **Planta Daninha**, v.27, n.1, p.41-47, 2009.

SCHAEDLER, C.E. et al. Características morfológicas em plantas de cultivares de aveia como indicadoras do potencial competitivo com plantas daninhas. **Planta Daninha**, v.27, n. especial, p.957-965, 2009.

TIRONI, S. P. Interferência da época da emergência de azevém e nabo na cultura da cevada. In: Congresso Brasileiro da Ciência das Plantas Daninhas, 28, 2012, Campo Grande. **Anais...** São Paulo, Sociedade Brasileira da Ciência das Plantas Daninhas, 2012. p. 294-299.

VIDAL, R. A. & LAMEGO, F. P. Capítulo 5 – Introdução à Competição entre Plantas Daninhas e Cultivadas. In: VIDAL, R. (Ed). **Interação Negativa entre Plantas: Inicialismo, Alelopatia e Competição**. 1. ed. Porto Alegre: Evangraf, p.76-93, 2010.

ZANINE, A.M.; SANTOS, E. M. Competição entre espécies de plantas – uma revisão. **Revista da FZVA**, v.11, n.1, p.10-30, 2004.

ARTIGO II – POTENCIAL COMPETITIVO E IMPACTO DA CONVIVÊNCIA DE CULTIVARES DE TRIGO COM PLANTAS DANINHAS

RESUMO

Plantas voluntárias de azevém e de nabo no ambiente agrícola durante o cultivo do trigo são consideradas plantas daninhas, uma vez que competem pelos recursos do meio. Neste contexto, o objetivo do estudo foi de avaliar a interferência causada pelas plantas daninhas sobre o crescimento, o desenvolvimento e a produção de cultivares de trigo, contrastantes em ciclo e estatura, quando em convivência ou não com plantas competidoras de azevém e de nabo. O delineamento adotado foi de parcela subdividida onde a parcela principal foi composta pelas cultivares de trigo e as subparcelas representaram a condição de competição (sem competição; em competição com azevém ou nabo por todo o ciclo). Foram avaliados: área foliar, MSPA, cobertura do solo pelos métodos visual e fotográfico aos 15, 30 e 60 DAE, avaliação de potencial competitivo; PBA, ICA, rendimento de grãos e os componentes da produtividade. A planta daninha azevém (53 plantas m^{-2}), quando em convivência durante todo o ciclo de desenvolvimento das cultivares, não afeta o rendimento de grãos das mesmas. A presença de nabo (30 plantas m^{-2}) reduz PBA, ICA, número de grãos espiga⁻¹, número de grãos espiguetas⁻¹ e rendimento de grãos das cultivares de trigo BRS Guamirim, BRS 296, Fundacep Cristalino e Fundacep Raízes, além de reduzir número de espigas planta⁻¹ para BRS Guamirim. Elevada estatura, ciclo precoce e área foliar superior pertencentes à Fundacep Cristalino, conferem habilidade competitiva superior com as plantas daninhas.

Palavras-chave: Característica de planta. Competitividade. Rendimento. Nabo. Azevém.

ARTICLE II - COMPETITIVE POTENTIAL AND IMPACT OF THE COEXISTENCE OF WHEAT CULTIVARS WITH WEEDS

ABSTRACT

Voluntary plants of Italian ryegrass and wild radish in the agricultural environment during the cultivation of wheat are considered as weeds, once that compete by resources in the environment. In this context, the objective of the study was to evaluate the interference caused by weeds on the growth, development and the production of wheat cultivars, contrasting in cycle and plant height, when in coexistence or not with competitor plants of Italian ryegrass and wild radish. The study design adopted was a split plot where the main plot was composed by wheat cultivars and subplots represented the condition of competition (without competition; in competition with Italian ryegrass or wild radish, during all the cycle). There were evaluated: leaf area, shoot dry mass, soil cover using visual and photographic methods at 15, 30 and 60 DAE; evaluation of competitive potential; ABP, AIH, yield and yield components. Italian ryegrass weed (53 plants m⁻²), in coexistence during all cycle of development of cultivars, does not affect the yield of them. The presence of wild radish (30 plants m⁻²) reduces ABP, AIH, number of grains spike⁻¹, number of grains spikelet⁻¹ and grain yield of wheat cultivars Guamirim BRS, BRS 296, Fundacep Cristalino and Fundacep Raizes, besides to reduce the number of spikes plant⁻¹ for BRS Guamirim. High plant height, early season and superior foliar area belonging to Fundacep Cristalino confers superior competitive ability with weeds.

Keywords: Plant traits. Competitiveness. Yield. Wild radish. Italian ryegrass.

1 INTRODUÇÃO

A produção tritícola no Sul do Brasil sofre interferência por duas plantas competidoras em especial, o azevém (*Lolium multiflorum* Lam.) e o nabo (*Raphanus sativus* L.). O azevém consiste em uma gramínea herbácea e anual, sendo importante planta daninha na cultura do trigo pela sua larga utilização como espécie forrageira nos sistemas agropastoris. Muitos produtores têm utilizado o azevém pela sua ampla adaptabilidade à diversidade edafoclimática, bem como pela facilidade da ressemeadura natural. No entanto, quando sua ocorrência é concomitante ao cultivo do trigo, ela passa a ser uma planta indesejável.

O nabo, pertencente à família Brassicaceae, é uma planta anual e herbácea, largamente utilizada como planta de cobertura cuja ciclagem de nutrientes, especialmente o nitrogênio, é de grande relevância para os cultivos em sucessão. Assim, ele passou a ser introduzido nas lavouras em período que precede o do trigo, sendo que plantas remanescentes ou oriundas das sementes produzidas pela geração anterior passam a ser problema nos campos de produção de trigo.

Apesar da importância econômica e agrônômica, plantas de azevém e de nabo em área cultivada com trigo, são consideradas plantas daninhas. Segundo Radosevich et al. (2007), as plantas daninhas são caracterizadas como sendo plantas que apresentam curto intervalo entre fase vegetativa e reprodutiva, ampla produção de sementes, tolerância e plasticidade às condições adversas e ocorrência em local indesejado (lavoura). Dentro da ecologia das plantas daninhas, as que ocorrem nos ambientes agrícolas são consideradas plantas ruderais, pois são dependentes da constante perturbação do meio (RADOSEVICH et al. 2007). Os campos de produção são classificados como sendo ambientes de intensa perturbação, pois a todo o momento o homem realiza tratamentos culturais, que modificam o ambiente com objetivo de favorecer o desenvolvimento da cultura principal.

Quando dois genótipos de trigo foram expostos à competição com diferentes populações de azevém, Fleck (1980) constatou que houveram reduções no rendimento de grãos da ordem de 15 a 34%. Também, Hucl (1998) registrou redução do rendimento de genótipos de trigo na ordem de 61 %, quando comparado ao tratamento livre da interferência das plantas daninhas. Por sua vez, Agostinetto

et al. (2008) observaram redução na produtividade biológica aparente e no índice de colheita do trigo, quando este foi mantido sob competição com planta daninha por todo o ciclo. Lamego et al. (2013) observaram reduções de 80 a 85 % no rendimento de grãos para as cultivares de trigo BRS Guamirim e Fundacep Raízes, respectivamente, quando estes permaneceram sob interferência durante todo o ciclo de desenvolvimento.

Trabalhos conduzidos com a cultura da soja por Lamego et al. (2004), evidenciaram que a ocorrência de plantas competidoras dicotiledôneas (soja como competidora), reduzem o rendimento da cultura, na média em 73,5 %. Ainda em soja, foi observada redução de cerca de 30 % no rendimento de grãos para a cultura quando em convivência com plantas daninhas (BIANCHI et al., 2010). Para a cultura da aveia-branca, Schaedler et al. (2009) observaram redução média de 21 % no rendimento da cultura quando em convívio com as plantas competidoras de trigo e linhaça durante todo o ciclo. Para a cultura do algodoeiro, quando cultivado em espaçamento entre linhas de 0,45 m, a competição inicial da cultura com plantas daninhas, gerou redução no rendimento de fibras de cerca de 20,42 % (RAIMONDI et al., 2011).

O intenso uso de herbicidas visa obter controle eficiente das principais plantas daninhas. No entanto, frente o crescente registro de plantas daninhas resistentes aos mesmos, faz-se necessária a reflexão sobre a forma como o manejo de plantas daninhas vem sendo abordado, na prática. A utilização de genótipos de trigo cujas características morfofisiológicas proporcionem vantagem competitiva, é uma alternativa de extrema importância quando pensamos em manejo integrado de plantas daninhas. A diferença na redução da produção verificada entre genótipos de trigo com maior e menor competitividade em condições de convivência total ou parcial foi de 7 a 9 % (HUCL, 1998), o que infere que cultivares cuja habilidade competitiva é mais expressiva, poderiam ser mais interessantes aos sistemas de cultivo, pois resultam na redução da dependência do uso de herbicidas e, conseqüentemente menor custo de produção (FLECK, 1980; HUCL, 1998; LEMERLE et al., 2006).

O presente estudo foi conduzido com o objetivo de avaliar a interferência causada pelas plantas daninhas sobre o crescimento, desenvolvimento e produção

de cultivares de trigo, contrastantes em ciclo e estatura, quando em convivência ou não com plantas competidoras de azevém e de nabo.

2 MATERIAL E MÉTODOS

Foi conduzido um experimento a campo, durante o período de junho à outubro de 2012, em área do Colégio Agrícola de Frederico Westphalen – CAFW/ UFSM, Frederico Westphalen – RS. O solo da área experimental é classificado como Latossolo Vermelho aluminoférrico húmico (STRECK et al., 2008). A análise de solo realizada indicou: argila: 70%; pH, 5,4 (em água); índice SMP, 6,0; MO, 2,6%; P, 7,3 mg L⁻¹; K, 210,5 mg L⁻¹; Al, 0,1 cmolc L⁻¹; Ca, 3,3 cmolc L⁻¹; Mg, 2,0 cmolc L⁻¹; e CTC efetiva, 9,4 cmolc L⁻¹.

O clima da região, de acordo com a classificação de Koeppen, é do tipo Cfa, temperado chuvoso, sendo a precipitação média anual considerada elevada, entre 1800 e 2100 mm, com chuvas bem distribuídas ao longo do ano. Os registros de temperatura média anual ficam em torno 18°C, com máximas no verão que podem atingir 41°C e mínimas no inverno inferiores a 0°C (MORENO, 1961).

Em período precedente à semeadura do experimento, a área fora mantida em pousio, sendo realizadas duas dessecações da cobertura vegetal presente com o herbicida glyphosate na dose de 720 g e.a ha⁻¹. As cultivares de trigo foram semeadas em 01 de junho de 2012, de forma manual, com espaçamento entre linhas de 0,17 m e densidade ajustada de acordo com o poder germinativo, de tal modo que se obtivesse população de 300 plantas m⁻². As sementes de nabo e azevém foram semeadas na mesma data que o trigo, nas parcelas cujos tratamentos previam a interferência destas. A proporção adotada foi de 30 plantas m⁻² para nabo e de 50 plantas m⁻² para o azevém.

A adubação foi realizada a lanço no momento da semeadura na dosagem de 300 kg ha⁻¹ com o fertilizante NPK 05-20-20, de acordo com a interpretação da análise química do solo (COMISSÃO..., 2004) e as recomendações técnicas para a cultura (INFORMAÇÕES..., 2011). A adubação nitrogenada de cobertura foi realizada em dois momentos, metade da dose no afilhamento e a segunda parcela

por ocasião do emborrachamento da cultura, totalizando 105 kg N ha⁻¹. Também foram realizados todos os tratos culturais quando necessários.

O delineamento experimental adotado foi de blocos ao acaso, com tratamentos arranjados em parcela subdividida, contendo quatro repetições. Cada unidade experimental (2,04 x 3,00 m) possuía área útil de 6,12 m², sendo que as avaliações foram realizadas nas linhas centrais de cada parcela, observando-se margem de 0,25 m nas extremidades das linhas. A parcela principal foi constituída pelas cultivares de trigo (Tabela 1) e as condições de competição (ausência de competição; competição com azevém e; competição com nabo, por todo o ciclo), foram alocadas nas subparcelas. O manejo das plantas daninhas nas unidades experimentais se deu por meio de arranque manual, quando necessário.

Tabela 1 – Estatura de planta e duração de ciclo de cultivares de trigo.

Cultivares	Estatura de planta		Duração do ciclo ¹
BRS 296	Média	95 cm	Precoce
Fundacep Cristalino	Média	91 cm	Precoce
BRS Guamirim	Baixa	78 cm	Precoce
Fundacep Raízes	Média	90 cm	Médio

¹ Ciclo emergência/maturação

Fonte: Adaptado de Embrapa (2006; 2011) e Fundacep (2006).

A emergência da cultura foi acompanhada por meio de contagens realizadas aos 15 após a emergência (DAE), em duas fileiras de 1,0 m por unidade experimental nas parcelas em que as cultivares foram mantidas livres da competição. Nas mesmas épocas, também foram realizadas contagens nas parcelas contendo azevém e nabo.

Dez plantas de trigo foram marcadas aleatoriamente nas unidades experimentais para acompanhamento do estágio de desenvolvimento, com base na escala proposta por Feeks e Large (1954 apud INFORMAÇÕES..., 2011 p.173), além da determinação da estatura, com auxílio de uma régua graduada, tomando-se a medida das plantas desde o nível do solo ao ápice da folha mais desenvolvida, com o limbo foliar distendido.

Para as parcelas mantidas livres da competição com as plantas daninhas, foram realizadas avaliações aos 15, 30 e 60 DAE. Em dez plantas por unidade experimental foram coletadas as partes aéreas destas e conduzidas ao Laboratório de Agroclimatologia do Departamento de Ciências Agronômicas e Ambientais (DCAA) da UFSM, *Campus* de Frederico Westphalen, para determinação da área foliar ($\text{cm}^2 \text{ planta}^{-1}$) usando o Integrador de área foliar (LICOR 3000 ®). Após, determinou-se a massa seca de parte aérea (MSPA). Para esta última avaliação, as plantas coletadas foram acondicionadas em sacos de papel, devidamente identificados e depositados em estufa mantida à temperatura de 60°C por 72 horas e então pesadas. Os resultados foram expressos em g planta^{-1} .

Ainda por ocasião dos 15, 30 e 60 DAE nas parcelas livres de competição, foi realizada a determinação da cobertura foliar do solo pelos métodos visual e fotográfico. Para o primeiro método, foram atribuídas notas a partir de dois avaliadores, que atuaram de modo independente, em escala de porcentagem, onde 100 % equivalem a total cobertura da entrelinha e 0 % quando não houve cobertura do solo. Posteriormente, as notas atribuídas foram combinadas para obtenção das respectivas médias. Na segunda metodologia, foram fotografadas áreas semelhantes para as parcelas avaliadas, na dimensão de $0,25 \text{ m}^2$; o procedimento fora repetido duas vezes em cada parcela. A partir da obtenção das imagens do campo, as fotografias foram digitalizadas e com uso do *software* específico Siscob ® (EMBRAPA, 2009), foi calculada a cobertura da área total de solo amostrada contida na foto (RIZZARDI & FLECK, 2004).

No período de alongamento do trigo, foi realizada avaliação do potencial competitivo (PC) das cultivares utilizando-se escala proposta por Lemerle et al. (2001) (Tabela 2). As avaliações foram realizadas por dois avaliadores, que atuaram de forma independente.

Por ocasião da maturidade fisiológica das cultivares, para todos os tratamentos foram coletadas plantas em $0,25 \text{ m}^2$. Foi lançado um quadro de ferro de forma aleatória na parcela, sendo as plantas cortadas rente ao nível do solo, acondicionadas em sacos de papel e secas em estufa à 60°C até atingirem massa constante. Após, foi determinado o rendimento biológico aparente (RBA), expresso pelo somatório da massa seca das partes vegetativas e a massa seca de grãos (LAMEGO et al. 2004; AGOSTINETTO et al., 2008; BIANCHI et al., 2011). Também

foi determinado o índice de colheita (IC), expresso pela relação entre a massa de grãos e a massa seca das partes vegetativas, multiplicado por 100 (LAMEGO et al. 2004; AGOSTINETTO et al., 2008; BIANCHI et al., 2011). Além disso, foram determinados o número de colmos e número de espigas por área, por meio da contagem em área equivalente a 0,25 m².

Tabela 2 – Sistema simplificado de pontuação para a avaliação de competitividade em genótipos de trigo, baseado em características morfológicas por ocasião do estágio fenológico de alongamento.

Características	Competitividade		
	Baixa (1)	Média (3)	Alta (5)
Estatura	Baixa	Média	Alta
Largura de folha	Estreita	Normal	Larga
Tipo de folha	Ereta	Intermediária	Decumbente
Vigor	Baixo	Médio	Alto
Afilhamento	Baixo	Médio	Alto
Cobertura do solo	Baixa	Média	Alta

Fonte: Adaptado de Lemerte et al. (2001, p. 540).

As dez plantas demarcadas foram coletadas separadamente e destinadas às avaliações dos componentes de produtividade: massa de mil grãos (MMG) (BRASIL, 2009), número de grãos por espigeta (GE), número de espigetas por espiga (EE), número de espigas por planta (ESP). A estatura de planta (EP) foi determinada com auxílio de régua graduada, tomando-se a medida do nível do solo até o ápice da espiga, desconsiderando-se as aristas.

A colheita foi realizada em 6 linhas de 2,5 m de comprimento, perfazendo uma área útil de 2,55 m². Após trilha e limpeza, a umidade dos grãos foi determinada e padronizada para 13%, quando determinou-se o rendimento de grãos (kg ha⁻¹).

Os dados obtidos foram analisados quanto à homocedasticidade, utilizando-se os testes de Bartlett, Levene e Brow-Forsythe e havendo necessidade, foram realizadas transformações dos dados. Em seguida, os dados foram submetidos à

análise de variância pelo teste F e havendo significância estatística, foram comparados pelo teste de Duncan, a 5% de probabilidade do erro.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Aos 15 DAE, a cultivar Fundacep Cristalino apresentou população superior as demais cultivares, cerca de 330 plantas m^{-2} ; BRS Guamirim e BRS 296 apresentaram população de 230 e 222 plantas m^{-2} , respectivamente. Já, Fundacep Raízes foi o tratamento intermediário e estabeleceu-se com população média de 291 plantas m^{-2} , entretanto sem diferir estatisticamente das demais cultivares (Tabela 3).

As variações na população de plantas entre as cultivares, podem estar relacionadas à semeadura que foi realizada de forma manual, constituindo-se em fator de variação na taxa de semeadura; e à ausência de tratamento de sementes com fungicidas e inseticidas, permitindo que a população final de plantas possa ter sido afetada por patógenos de solo.

Tabela 3 – População de plantas (plantas m^{-2}) das cultivares de trigo e das plantas daninhas azevém e nabo aos 15 dias após a emergência (DAE). UFSM, Campus de Frederico Westphalen – RS, 2012.

Cultivar	Trigo	Azevém	Nabo
BRS 296	222,47 b	47,37 ^{ns}	25,54 b ¹
Fundacep Cristalino	330,88 a	56,37	38,54 a
BRS Guamirim	230,15 b	54,13	29,38 ab
Fundacep Raízes	291,18 ab	54,75	30,34 ab
Média	269,67	53,16	30,95
C.V. (%) ²	18,68	20,20	10,60

¹ Médias seguidas por mesma letra na coluna, não diferem entre si pelo Teste de Duncan, ao nível de 5% de probabilidade de erro.

² Coeficiente de variação.

Para as plantas daninhas de azevém, não foram constatadas diferenças entre as populações estabelecidas, sendo que a população foi equivalente, em média, a 53 plantas m⁻². Para a população de nabo, aos 15 DAE foram estabelecidas 31 plantas m⁻²; no entanto, foi verificada diferença significativa entre as cultivares para a população da planta competidora (Tabela 3).

Quanto à estatura de planta, o acompanhamento semanal até os 45 DAE e por ocasião da colheita (Figura 1), revelou que aos 10 DAE a cultivar BRS Guamirim apresentou a estatura mais elevada (13,82 cm) dentre as cultivares avaliadas, o que confirmou seu crescimento inicial acelerado relativo ao ciclo, caracterizado como precoce. Aos 15 DAE, Fundacep Cristalino apresentou-se como a cultivar de menor porte, com 17,33 cm; as demais cultivares se equipararam a BRS Guamirim, que no período anterior foi a que apresentou estatura mais elevada. Aos 20 DAE, BRS 296 (24,35 cm) apresentou-se como a cultivar de estatura mais elevada, seguida pelas cultivares BRS Guamirim e Fundacep Raízes, respectivamente com 22,81 e 22,92 cm, em média. Fundacep Cristalino novamente foi a cultivar cuja estatura de planta foi menor no período avaliado (21,81 cm).

Aos 45 DAE, última avaliação realizada no período vegetativo, a cultivar Fundacep Cristalino distanciou-se das demais, apresentando-se como o genótipo de estatura mais elevada (58,65 cm). A cultivar BRS 296, que até então vinha se destacando, representou a cultivar de menor estatura dentre as avaliadas (49,72 cm). Por ocasião da colheita, BRS 296 firmou-se como a cultivar de estatura mais elevada novamente, na média com 86,37 cm; Fundacep Cristalino (81,03 cm) não diferiu de BRS 296 e de Fundacep Raízes (76,60 cm); já, BRS Guamirim confirmou-se como sendo a cultivar de menor estatura dentre as avaliadas (68,25 cm).

De modo em geral, a cultivar BRS 296 apresentou a estatura mais elevada dentre as cultivares estudadas, nos períodos equivalentes à 20, 25, 30, 35, 40 DAE e colheita; BRS Guamirim foi a cultivar que exibiu estatura superior no período inicial; Fundacep Cristalino, salvo o período equivalente aos 45 DAE, onde foi a cultivar de estatura mais elevada, permaneceu sempre na faixa intermediária, bem como a cultivar Fundacep Raízes. Estes resultados são corroborados pelas características apresentadas na Tabela 1.

Com base na escala fenológica proposta por Feeks & Large (1954 apud INFORMAÇÕES..., 2011, p.173), aos 15 DAE, apenas Fundacep Raízes

apresentava atraso em relação às demais cultivares, as quais já estavam iniciando a fase de emissão de afilhos (Figura 2). A partir da fase de alongamento do colmo (35 à 40 DAE), as cultivares passaram a assumir comportamento diferenciado, sendo BRS Guamirim e Fundacep Cristalino, as mais precoces, enquanto BRS 296 e Fundacep Raízes mantiveram-se retardatárias. Aos 45 DAE, BRS Guamirim já iniciava a emissão das primeiras espigas (estádio 10.1), enquanto BRS 296 e Fundacep Cristalino estavam prestes a emití-las (estádio 10); e Fundacep Raízes, neste mesmo período, ainda não apresentava a bainha da folha bandeira completamente desenvolvida, mas a lígula desta já era visível (estádio 9).

BRS Guamirim e Fundacep Cristalino foram as primeiras cultivares a iniciarem o período de florescimento, sendo que aos 60 DAE o florescimento já era completo na parte apical das espigas (estádio 10.5.2). A cultivar BRS 296 iniciou o florescimento neste período (estádio 10.5.1), enquanto Fundacep Raízes estava com todas as espigas expostas e fora da bainha, prestes a atingir o florescimento pleno (estádio 10.5).

Por ocasião dos 80 DAE, BRS Guamirim já apresentava-se em estágio de grão leitoso (estádio 11.1); Fundacep Cristalino e Fundacep Raízes apresentavam-se em fase de grão leitoso à maturação. BRS 296 apresentava-se retardatária, com final do florescimento e apresentando grãos aquosos (estádio 10.5.4). Ao final do período de maturação, aos 90 DAE, BRS Guamirim e Fundacep Cristalino apresentavam-se na fase de grão mole à farináceo (estádio 11.1), iniciando o processo de maturidade fisiológica. Fundacep Raízes encontrava-se em fase de grão leitoso (estádio 11) e BRS 296 apresentava-se na fase final do florescimento, com grãos ainda aquosos (estádio 10.5.4) (Figura 2).

Para a área foliar avaliada aos 30 e 45 DAE, não foi constatada diferença significativa entre as cultivares (Tabela 4). Já aos 60 DAE, Fundacep Cristalino apresentou maior área foliar ($308,92 \text{ cm}^2 \text{ planta}^{-1}$), mostrando um incremento de 152% desde 45 DAE; já, BRS 296, apresentou o menor valor ($243,15 \text{ cm}^2 \text{ planta}^{-1}$), com incremento de 67%. BRS Guamirim e Fundacep Raízes ficaram na condição intermediária, com incrementos de 74 e 72%, respectivamente.

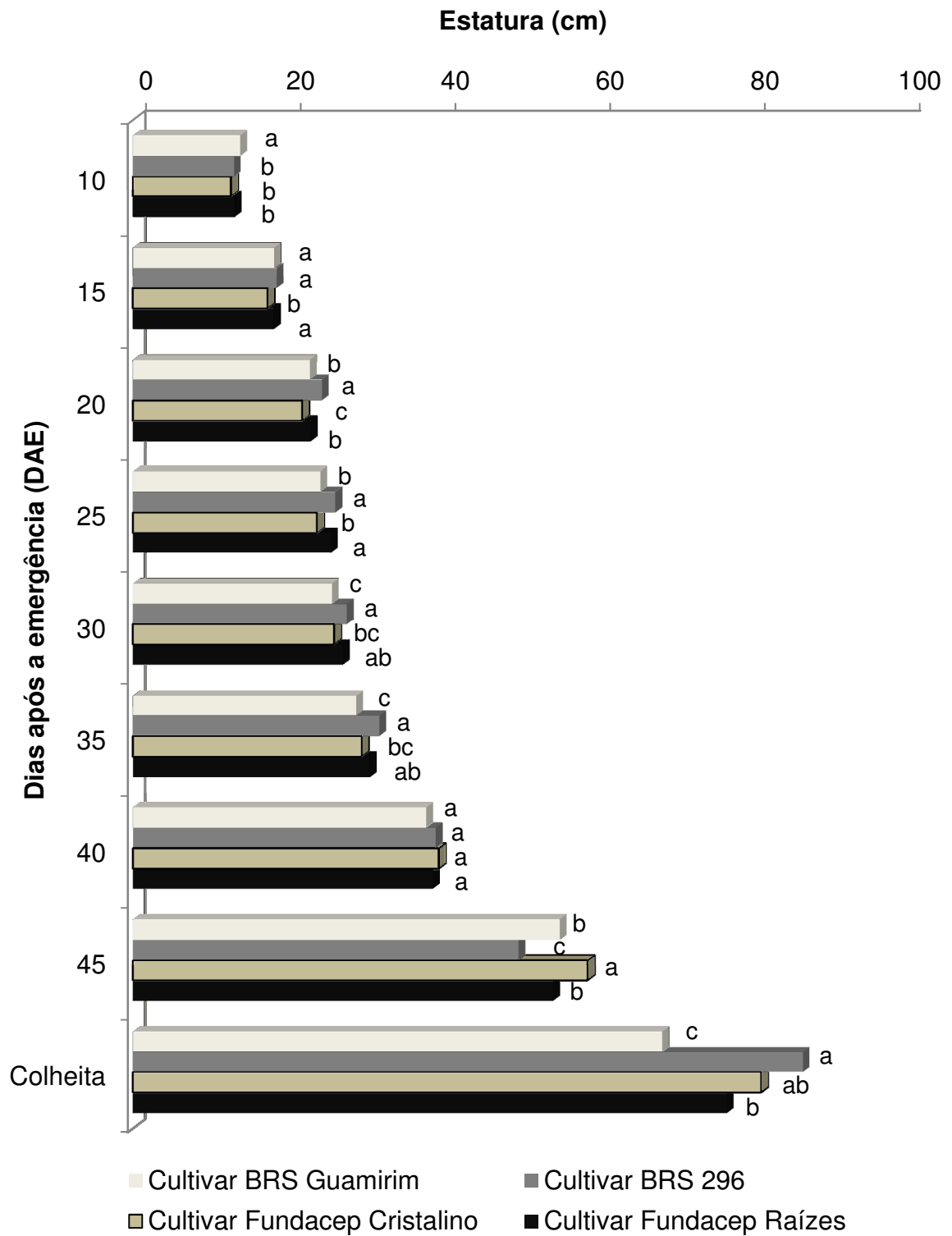


Figura 1 – Estatura de planta (cm) de cultivares de trigo aos 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40, 45 dias após a emergência (DAE) e colheita. UFSM, *Campus de Frederico Westphalen* – RS, 2012.

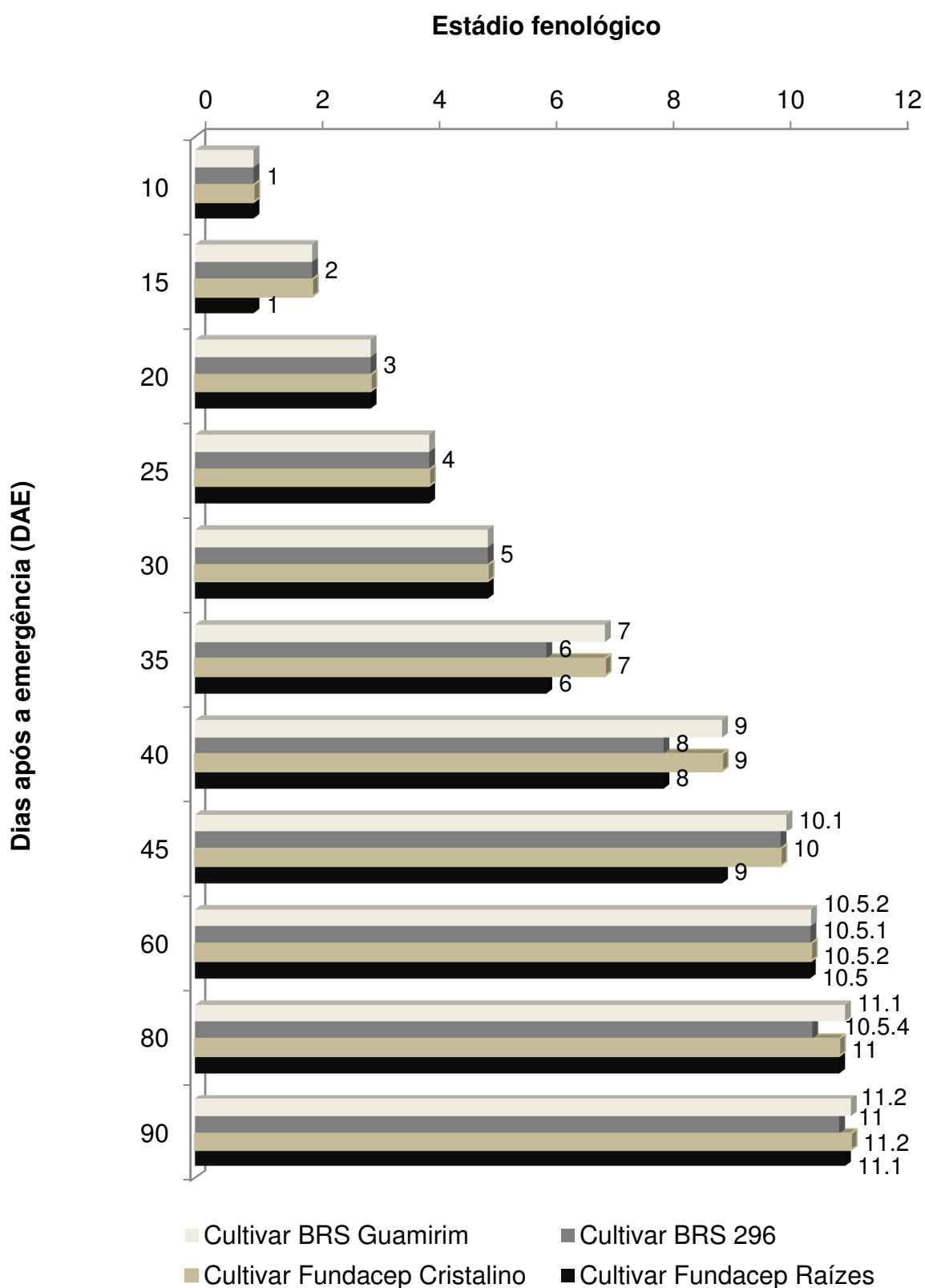


Figura 2 – Estádio fenológico¹ (cm) de cultivares de trigo aos 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40, 45, 60, 80 e 90 dias após a emergência (DAE). UFSM, *Campus* de Frederico Westphalen - RS, 2012.

¹ Estádio fenológico de acordo com a escala de Feeks & Large (1954).

Tabela 4 – Área foliar ($\text{cm}^2 \text{ planta}^{-1}$), massa seca de parte aérea (mg planta^{-1}) e número de afilhos planta^{-1} de cultivares de trigo aos 30, 45 e 60 dias após a emergência (DAE). UFSM, *Campus* de Frederico Westphalen - RS, 2012.

Cultivar	Área foliar			Massa seca parte aérea			Número de afilhos planta^{-1}		
	30	45	60	30	45	60	30	45	60
	DAE								
BRS 296	85,57 ^{ns}	145,17 ^{ns}	243,15 b ¹	3,41 ^{ns}	6,37 ^{ns}	17,80 ^{ns}	1,78 b ¹	2,48 ^{ns}	2,43 ^{ns}
Fundacep Cristalino	67,88	122,32	308,92 a	2,79	7,55	16,07	2,23 ab	2,08	2,35
BRS Guamirim	80,81	139,87	244,09 ab	3,25	7,18	16,83	2,75 a	2,95	2,80
Fundacep Raízes	81,04	144,69	249,59 ab	3,23	7,32	19,37	2,40 ab	2,33	3,00
Média	78,83	138,01	258,69	3,17	7,06	17,50	2,29	2,46	2,64
C.V. (%) ²	11,43	20,18	16,08	19,90	19,53	11,29	18,48	10,29	8,18

¹ Médias seguidas por mesma letra na coluna, não diferem entre si pelo Teste de Duncan, ao nível de 5% de probabilidade de erro.

² Coeficiente de variação.

^{ns} Não significativo pelo Teste de Duncan ($p \geq 0,05$), na coluna.

A massa seca de parte aérea das cultivares não apresentou significância nos diferentes períodos avaliados (Tabela 4). Em relação ao número de afilhos planta⁻¹, apenas foi constatada diferença significativa entre as cultivares aos 30 DAE, quando a cultivar BRS Guamirim apresentou maior número de afilhos, em média 2,75 afilhos planta⁻¹. BRS 296 apresentou, na média, 1,78 afilhos planta⁻¹. Já, as cultivares Fundacep Cristalino e Raízes, apresentaram desempenho intermediário, com 2,23 e 2,40 afilhos planta⁻¹ para o período de 30 DAE, respectivamente. Apesar das diferenças iniciais, aos 45 e 60 DAE as cultivares se igualaram estatisticamente quando, na média, apresentaram 2,46 e 2,64 afilhos planta⁻¹, respectivamente (Tabela 4).

Tabela 5 – Cobertura do solo visual (%) e cobertura do solo calculada pelo *software* Siscob ® (%) de cultivares de trigo aos 30, 45 e 60 dias após a emergência (DAE). UFSM, *Campus* de Frederico Westphalen – RS, 2012.

Cultivar	Cobertura do solo visual			Cobertura do solo Siscob ®		
	30	45	60	30	45	60
	(DAE)			(DAE)		
BRS 296	51,25 ab ¹	81,50 ^{ns}	92,25 b	74,62 ^{ns}	77,24 ^{ns}	99,21 ^{ns}
Fundacep Cristalino	46,25 b	85,88	95,38 a	71,89	77,33	99,13
BRS Guamirim	59,38 a	80,63	95,00 a	75,66	78,78	99,30
Fundacep Raízes	51,25 ab	85,50	95,38 a	72,86	76,84	99,43
Média	52,03	82,63	94,50	73,76	77,55	99,28
CV (%) ²	12,69	10,08	1,19	4,21	3,58	0,34

¹ Médias seguidas por mesma letra na coluna, não diferem entre si pelo Teste de Duncan, ao nível de 5% de probabilidade de erro.

² Coeficiente de variação.

^{ns} Não significativo pelo Teste de Duncan ($p \geq 0,05$), na coluna.

A cobertura do solo avaliada pelo método visual apresentou diferenças entre as cultivares aos 30 e aos 60 DAE (Tabela 5). Aos 30 DAE, a cultivar BRS Guamirim apresentou cerca de 59 % de cobertura, consistindo na maior porcentagem dentre as cultivares avaliadas. Por sua vez, a cultivar Fundacep Cristalino, apresentou apenas cerca de 46 %, representando o genótipo cujo desempenho foi isoladamente inferior aos demais.

Na avaliação de cobertura visual realizada aos 60 DAE, apenas a cultivar BRS 296 apresentou comportamento diferenciado, representando o genótipo cuja cobertura foi inferior para o período, em torno de 92 %, quando comparado estatisticamente com as demais cultivares que apresentaram, na média, valores superiores a 95 % (Tabela 5).

Para o potencial competitivo de plantas de trigo (Tabela 6), calculado com base em Lemerle et al. (2001) (Tabela 2), a estatura de planta apenas a cultivar BRS 296 apresentou comportamento diferenciado, sendo inferior às demais cultivares avaliadas. Quanto à largura de folha, não foi detectada diferença significativa entre as cultivares (Tabela 6).

Tabela 6 – Notas atribuídas às características morfológicas de estatura, largura de folha, tipo de folha, vigor, afilhamento e cobertura do solo como componentes de potencial competitivo¹ de cultivares de trigo, 54 dias após a emergência (DAE). UFSM, *Campus* de Frederico Westphalen - RS, 2012.

Cultivar	Estatura	Largura de folha	Tipo de folha	Vigor	Afilhamento	Cobertura do solo
BRS 296	2,00 b ²	2,00 ^{ns}	1,00 b	2,50 ^{ns}	3,00 ab	3,00 ^{ns}
Fundacep Cristalino	4,50 a	3,50	3,50 a	3,00	2,50 b	3,00
BRS Guamirim	4,00 a	1,50	3,00 a	2,00	5,00 a	3,00
Fundacep Raízes	4,50 a	2,50	3,50 a	3,50	1,50 b	4,00
Média	3,75	2,38	2,75	2,75	3,00	3,25
CV (%) ³	12,36	23,25	8,32	28,20	18,48	24,65

¹ Avaliação realizada com base nos parâmetros propostos por Lemerle et al. (2001) (Tabela 2).

² Médias seguidas por mesma letra na coluna, não diferem entre si pelo Teste de Duncan, ao nível de 5% de probabilidade de erro.

³ Coeficiente de variação.

^{ns} Não significativo pelo Teste de Duncan ao nível de 5% de probabilidade de erro, na coluna.

Para o tipo de folha, novamente a cultivar BRS 296 recebeu notas diferenciadas, inferindo que seu tipo de folha lhe proporciona baixo potencial de sombreamento e conseqüentemente de competitividade. As notas atribuídas para a variável vigor e cobertura do solo, não foram significativas. Para o afilhamento, BRS Guamirim recebeu a maior nota (5,00), indicando que esta cultivar foi a que apresentou maior afilhamento por ocasião da avaliação. A cultivar BRS 296, apesar

do comportamento inferior apresentado para as demais variáveis, em relação ao afilhamento recebeu nota intermediária (3,00), sem diferir, no entanto da BRS Guamirim e das cultivares cuja nota média fora inferior, Fundacep Cristalino (2,50) e Fundacep Raízes (1,50) (Tabela 7).

Com base nos índices calculados, não foi observada diferença estatística significativa entre as cultivares para o potencial competitivo (Tabela 8).

Tabela 7 – Índice de potencial competitivo¹ de cultivares de trigo aos 54 dias após a emergência. UFSM, *Campus* de Frederico Westphalen - RS, 2012.

Cultivar	Índice Competitividade
BRS 296	2,25 ^{ns}
Fundacep Cristalino	3,33
BRS Guamirim	3,08
Fundacep Raízes	3,25
Média	2,98
C.V. (%) ²	23,35

¹ Avaliação realizada com base nos parâmetros propostos por Lemerle et al. (2001) (Tabela 2)

² Coeficiente de variação.

^{ns} Não significativo pelo Teste de Duncan ao nível de 5% de probabilidade de erro, na coluna.

As cultivares BRS Guamirim e Fundacep Cristalino apresentaram produtividade biológica aparente superior às demais; essas produziram o equivalente a 11216,80 e 10689,60 kg ha⁻¹ de PBA, respectivamente (Tabela 9). Em relação ao índice de colheita aparente, não foi verificada diferença significativa entre as cultivares (Tabela 9), sendo que a média das cultivares foi de 33,50 %.

Quando analisamos a PBA do trigo na ausência e na presença de competição com plantas competidoras de azevém e nabo, observamos diferença significativa para esta variável quando a cultura permaneceu sob interferência do nabo (Tabela 9). Na presença da planta daninha, a cultura acumulou cerca de 7970 kg ha⁻¹ de PBA, valor em torno de 3500 kg ha⁻¹ inferior à média obtida pelos tratamentos superiores. O efeito da competição do azevém sobre o trigo, não afetou a PBA da cultura (11363,60 kg ha⁻¹), não diferindo do tratamento livre da competição (11661,20 kg ha⁻¹). O mesmo comportamento é observado para o ICA;

quando o trigo foi cultivado na presença do nabo, houve redução de cerca de 8 % do ICA quando comparado aos tratamentos que permaneceram livres da competição ou sob interferência do azevém (Tabela 9).

Tabela 8 – Produtividade biológica aparente (PBA) e índice de colheita aparente (ICA) na maturidade fisiológica de cultivares de trigo e condições de competição. UFSM, *Campus* de Frederico Westphalen - RS, 2012.

Cultivar	PBA (kg ha ⁻¹)	ICA (%)
BRS Guamirim	11216,80 a ¹	34,00 ^{ns}
BRS 296	9120,80 b	34,01
Fundacep Cristalino	10689,60 a	36,37
Fundacep Raízes	10301,20 ab	33,59
Média	10332,10	33,50
C.V. (%) ²	14,84	14,98
Plantas competidoras	PBA (kg ha ⁻¹)	ICA (%)
Sem competição	11661,20 a ¹	36,00 a
Azevém	11363,60 a	36,00 a
Nabo	7971,60 b	28,00 b
Média	10332,13	33,50
C.V. (%) ²	14,84	14,98

¹ Médias seguidas por mesma letra na coluna, não diferem entre si pelo Teste de Duncan, ao nível de 5% de probabilidade de erro.

² Coeficiente de variação.

^{ns} Não significativo pelo Teste de Duncan ao nível de 5% de probabilidade de erro, na coluna.

Para as variáveis estatura final de planta, número de espiguetas espiga⁻¹, número de grãos espiga⁻¹, número de grãos espiguetas⁻¹ e massa de mil grãos foram observadas diferenças significativas somente para cultivares (Tabela 10). A cultivar BRS 296 apresentou estatura final mais elevada dentre as cultivares avaliadas (86,37 cm) e a cultivar BRS Guamirim apresentou a menor (68,25 cm).

Quanto ao número de espiguetas espiga⁻¹, BRS 296 (21,00) e Fundacep Raízes (20,16) se destacaram e foram superiores às cultivares BRS Guamirim (14,22) e Fundacep Cristalino (16,26), na média (Tabela 10). BRS Guamirim apresentou reduzido número de grãos espiga⁻¹ comparativamente aos demais genótipos, 25,26 grãos espiga⁻¹, enquanto BRS 296, Fundacep Cristalino e

Fundacep Raízes, apresentaram 37,76; 32,70 e 33,72 grãos espiga⁻¹, respectivamente. No entanto, a cultivar BRS Guamirim apresentou número de grãos espiguetas⁻¹ intermediário (1,83), não diferindo estatisticamente da cultivar Fundacep Cristalino que se destacou por apresentar maior número de grãos espiguetas⁻¹ (2,02) e das cultivares BRS 296 e Fundacep Raízes, que representaram os cultivares de inferior desempenho, com 1,74 e 1,72 grãos espiguetas⁻¹, respectivamente (Tabela 10).

Em relação à massa de mil grãos, o maior acúmulo foi obtido pela cultivar BRS 296 (31,94 g); o menor acúmulo de massa foi verificado por Fundacep Raízes (26,07 g), uma diferença de 5,87 g ou 18 % inferior quando comparado a BRS 296. BRS Guamirim e Fundacep Cristalino apresentaram massa de mil grãos de 29,75 g e 30,33 g, respectivamente (Tabela 10).

Tabela 9 – Estatura final de planta, número de espiguetas espiga⁻¹, número de grãos espiga⁻¹, número de grãos espiguetas⁻¹ e massa de mil grãos (MMG) de cultivares de trigo e condição de competição. UFSM, *Campus de Frederico Westphalen* - RS, 2012.

Cultivar	Estatura (cm)	Espiguetas espiga ⁻¹	Grãos espiga ⁻¹	Grãos espiguetas ⁻¹	MMG (g)
BRS 296	86,37 a ¹	21,00 a	36,76 a	1,74 b	31,94 a
Fundacep Cristalino	81,03 ab	16,26 b	32,70 a	2,02 a	30,33 b
BRS Guamirim	68,25 c	14,22 b	25,26 b	1,83 ab	29,75 b
Fundacep Raízes	76,60 b	20,16 a	33,72 a	1,72 b	26,07 c
Média	78,06	17,91	32,11	1,83	29,52
C.V. (%) ²	8,19	17,87	15,16	15,32	3,59

Plantas competidoras	Estatura (cm)	Espiguetas espiga ⁻¹	Grãos espiga ⁻¹	Grãos espiguetas ⁻¹	MMG (g)
Sem competição	77,23 ^{ns}	17,74 ^{ns}	35,05 a	2,01 a	29,64 ^{ns}
Azevém	79,23	18,48	33,76 a	1,85 a	29,43
Nabo	77,74	17,51	27,51 b	1,63 b	29,50
Média	78,07	17,91	32,11	1,83	29,52
C.V. (%) ²	8,19	17,87	15,16	15,32	3,59

¹ Médias seguidas por mesma letra na coluna, não diferem entre si pelo Teste de Duncan, ao nível de 5% de probabilidade de erro.

² Coeficiente de variação.

^{ns} Não significativo pelo Teste de Duncan ao nível de 5% de probabilidade de erro, na coluna.

Em relação à condição de competição, as variáveis número de grãos espiga⁻¹ e número de grãos espiguetas⁻¹ apresentaram significância estatística; todavia, estatura de planta final, número de espiguetas espiga⁻¹ e massa de mil grãos, não foram significativos e apresentaram médias de 78,07 cm, 17,91 espiguetas espiga⁻¹ e 29,52 g respectivamente (Tabela 10). Quando a cultura do trigo foi mantida em convivência com o nabo, houve redução do número de grãos por espiga da ordem de 20% em relação à média dos dois melhores tratamentos. A convivência com a planta daninha azevém não interferiu no número de grãos espiga⁻¹, bem como no número de grãos por espiguetas. A presença do nabo resultou em redução de cerca de 15,50%, comparativamente às médias quando a condição de ausência de convivência com plantas daninhas ou na presença de plantas de azevém (Tabela 10).

Houve interação significativa entre cultivares e condição de competição para a variável número de espigas por planta (Tabela 11). Quando as cultivares permaneceram em convivência com a planta competidora azevém, BRS Guamirim expressou maior produção de espigas por planta, cerca de 37 % a mais que a média de espigas por planta obtida pelas demais cultivares. Na presença do nabo, o comportamento das cultivares quanto ao número de espigas planta⁻¹ não apresentou diferenças estatísticas. Na condição em que as cultivares permaneceram livres das plantas daninhas, BRS Guamirim apresentou-se como a cultivar destaque, em torno de 29 % superior que as demais cultivares para a variável em questão (Tabela 11).

Ao analisar-se o efeito das plantas daninhas de modo isolado em cada uma das cultivares, BRS Guamirim apresentou desempenho inferior quando permaneceu na presença da planta competidora nabo, o que resultou em redução drástica no número de espigas planta⁻¹, cerca de 42 %, comparativamente às médias obtidas pela cultivar nos tratamentos em convivência com azevém e livre de competição. As demais cultivares, não sofreram alterações quanto ao número de espigas por planta tanto na ausência de competição quando na presença das plantas competidoras de azevém ou de nabo (Tabela 11).

Tabela 10 – Número de espigas planta⁻¹ em cultivares de trigo na ausência de competição ou na presença das plantas competidoras de azevém e nabo. UFSM, *Campus* de Frederico Westphalen - RS, 2012.

Cultivar	Espigas planta ⁻¹		
	Azevém	Nabo	Sem competição
BRS 296	B 1,70 a ¹	A 1,47 a	B 1,91 a
Fundacep Cristalino	B 1,55 a	A 1,76 a	B 1,67 a
BRS Guamirim	A 2,68 a	A 1,52 b	A 2,57 a
Fundacep Raízes	B 1,84 a	A 1,77 a	B 1,90 a
Média	1,94	1,63	2,01
C.V. (%) ²		19,36	

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

² Coeficiente de variação.

O peso de hectolitro (PH) e o rendimento de grãos apresentaram diferenças significativas entre as cultivares de trigo (Tabela 12). Fundacep Raízes foi a cultivar que apresentou maior PH (77,47) enquanto BRS Guamirim apresentou o menor (73,09).

Fundacep Cristalino foi o genótipo mais produtivo, 2542,75 kg ha⁻¹, sendo 4 % superior à média das demais cultivares. BRS Guamirim, BRS 296 e Fundacep Raízes produziram 2500,69; 2480,88 e 2322,60 kg ha⁻¹, respectivamente (Tabela 12).

Quando a cultura do trigo foi cultivada na ausência ou presença de plantas competidoras de azevém e nabo, não foi verificada significância para os valores obtidos para a variável peso de hectolitro; apenas o rendimento de grãos foi significativo ao fator competição (Tabela 12). Deste modo, a presença de plantas de azevém em meio à cultura do trigo não afetou o rendimento da cultura, não havendo diferenças significativas entre a produtividade obtida para a condição sem competição (2879,85 kg ha⁻¹) e em convivência com azevém (2735,98 kg ha⁻¹). No entanto, quando a cultura permaneceu competindo com o nabo por todo o ciclo, o rendimento de grãos foi afetado significativamente, resultando em redução de cerca de 37 % na produtividade da cultura do trigo (Tabela 12).

Tabela 11 – Peso de hectolitro (PH) e rendimento de grãos de cultivares de trigo e condições de competição. UFSM, *Campus* de Frederico Westphalen - RS, 2012.

Cultivar	PH (kg hl ⁻¹)	Rendimento de grãos (kg ha ⁻¹)
BRS 296	75,49 b ¹	2480,88 b
Fundacep Cristalino	74,51 c	2542,75 a
BRS Guamirim	73,09 d	2500,69 ab
Fundacep Raízes	77,47 a	2322,60 b
Média	75,14	2461,73
C.V. (%) ²	1,48	11,25

Plantas competidoras	PH (kg hl ⁻¹)	Rendimento de grãos (kg ha ⁻¹)
Sem competição	75,06 ^{ns}	2879,85 a
Azevém	75,11	2735,98 a
Nabo	75,25	1769,31 b
Média	75,14	2461,73
C.V. (%) ²	1,48	11,25

¹ Médias seguidas por mesma letra na coluna, não diferem entre si pelo Teste de Duncan, ao nível de 5% de probabilidade de erro.

² Coeficiente de variação.

^{ns} Não significativo pelo Teste de Duncan ao nível de 5% de probabilidade de erro, na coluna.

A competição entre plantas é fundamentada em duas teorias, a de Grime (1979) e a de Tilman (1988) (RADOSEVICH et al. 2007). Para Grime, as plantas mais competidoras possuem avidez na utilização dos recursos do meio, indisponibilizando os mesmos para as plantas que ocorrem no mesmo local, além de elevada taxa de crescimento relativo. Por sua vez, Tilman afirma que as plantas melhores competidoras são mais eficientes na utilização dos recursos do meio, sendo estes requeridos em menores quantidades, conferindo-lhes capacidade de sobreviver em ambiente desfavorável.

Para a cultura do trigo, um conjunto de características de planta compõe a habilidade competitiva dos genótipos; estatura de planta elevada (FLECK, 1980; LAMEGO et al., 2005; SCHADLER et al., 2009; PAGLIARINI et al., 2012), acúmulo de massa seca (LEMERLE et al., 1996; LEMERLE et al., 2001) e velocidade de estabelecimento (BALBINOT Jr. et al., 2001) associados ao rápido fechamento da entre linha (BIANCHI et al., 2010), são as principais características almejadas em

cultivares de trigo pensando em habilidade competitiva com plantas daninhas. Zanine & Santos (2004) destacam que plantas ávidas em seu desenvolvimento apresentam arquitetura adequada para interceptar a radiação luminosa, cuja expansão foliar e a ocupação da camada superior do dossel ocorrem de forma eficiente, sendo consideradas potencialmente competitivas. Entretanto, o desempenho final das cultivares de trigo mediante a competição, é também dependente de outros fatores, tais como variações meteorológicas, composição e população de plantas daninhas e práticas de manejo adotadas (AGOSTINETTO et al., 2008).

No presente estudo, foram utilizados genótipos contrastantes em características, no entanto, não ficou evidente a relação entre características de planta e rendimento final das cultivares. A cultivar BRS 296 destacou-se por apresentar estatura elevada durante o ciclo de crescimento e por ocasião da colheita, no entanto, apresentou rendimento inferior à cultivar BRS Guamirim, de porte baixo e à Fundacep Cristalino que apresentou crescimento inicial lento. Para Jannink et al. (2000), o rápido incremento inicial em estatura, pode causar supressão de plantas daninhas; contudo, tal característica deve estar associada à características como conformação da folha e sombreamento da entre linha. Fundacep Cristalino apresentou acúmulo superior de área foliar e embora não tenha apresentado elevado teor de cobertura do solo aos 45 DAE, recuperou a diferença das demais cultivares aos 60 DAE, proporcionado assim, maior sombreamento das entre linhas comparativamente à BRS 296, que apresentou folhas mais eretas.

O afilhamento das cultivares pode favorecer a ocupação do dossel superior e poderá ou não responder em incremento no rendimento das cultivares. Valério et al. (2009) destacam que afilhos tardios possuem pequeno número de grãos espiga⁻¹, poucas espiguetas férteis e poucos grãos espiguetas⁻¹. Tal fato dificulta o aproveitamento de genótipos com elevado potencial de afilhamento em condições de competição, onde há chances de abortamento de afilhos pela limitação de recursos e alocação de fotoassimilados para regiões que não irão responder em rendimento, o que resulta em perda energética pela competição intraespecífica.

O acúmulo de área foliar para as cultivares de trigo avaliadas apresentou semelhante desempenho à PBA, onde Fundacep Cristalino apresentou-se como o tratamento superior para ambas as variáveis e BRS 296 o tratamento inferior. Para

Lemerle et al. (2001), a competitividade de uma cultivar de trigo pode ser indicada pela associação de características como estatura de planta, vigor, largura e inclinação de folha, afilhamento e cobertura do solo. No entanto, mesmo as cultivares estudadas não apresentando diferença significativa quanto ao índice de competitividade ou potencial competitivo, proposto por Lemerle et al. (2001), quando da avaliação para o cálculo do índice, BRS 296 apresentou menor estatura de plantas e folhas eretas comparativamente às demais cultivares, sugerindo que esta apresente menor habilidade em competir pelos recursos do meio, diferente de Fundacep Cristalino.

Estudos envolvendo o melhoramento genético em trigo têm sido desenvolvidos (LEMERLE et al., 2006) com a finalidade de identificar métodos de seleção para maior habilidade competitiva, sem interferir no rendimento da cultura. Geralmente, maior estatura de planta, confere a esta, maior habilidade competitiva; do mesmo modo, foi demonstrado que cultivares de trigo com porte elevado, apresentavam maior vigor inicial, quando comparados com genótipos de porte baixo e a associação destas características confere aos genótipos de trigo maior habilidade em competir com plantas de azevém (LEMERLE et al., 2001).

Quanto ao rendimento final das cultivares, quando os genótipos permaneceram em convivência com o nabo ao longo de todo o ciclo, foi observada redução na produção das cultivares (Tabela 12), além de reduzir significativamente a PBA e o ICA (Tabela 9), e os componentes de rendimento: grãos espiga⁻¹ e grãos espiguetas⁻¹ (Tabela 10.) Ainda, para a cultivar BRS Guamirim, cultivar mais baixa e precoce, o nabo exerceu redução significativa sobre o número de espigas por planta (Tabela 11).

Em algumas situações, as plantas daninhas podem exercer maior habilidade competitiva sobre as culturas; alguns exemplos são a presença de nabo em convivência com a cultura da soja (BIANCHI et al., 2006). O nabo, mesmo apresentando características distintas da cultura do trigo, pode causar efeitos negativos significativos sobre a cultura, uma vez que apresenta elevado desenvolvimento vegetativo, sendo seu porte superior à estatura do trigo.

Por sua vez, o azevém não foi determinante na redução do rendimento para os genótipos de trigo em questão. Embora apresente semelhança morfofisiológica com a cultura, a não redução do rendimento pode ser explicado pela população de

azevém que se estabeleceu nas parcelas, em média 53 plantas m^{-2} , considerada baixa do ponto de vista competitivo. De acordo com Fleck (1980), populações crescentes de azevém (100 a 900 plantas m^{-2}) afetam o rendimento de cultivares de trigo cuja estatura é baixa na ordem de 1,3 kg ha^{-1} por planta de azevém e que cultivares de estatura elevada, são indiferentes ao incremento da população de azevém. Mesmo quando em convivência com a cultivar BRS Guamirim, população mais elevada de azevém é necessária visando haver sobreposição de nichos, causando competição.

Outro aspecto que pode explicar o fato de a planta daninha azevém não ter afetado o rendimento das cultivares de trigo, além da população, é o crescimento inicial lento da daninha. O azevém foi implantado juntamente com a cultura, no entanto, seu crescimento inicial é visivelmente mais lento que o do trigo. Assim, se a daninha já estivesse implantada na ocasião da semeadura das cultivares, certamente os resultados obtidos seriam diferentes. Estes fatos reforçam a premissa de realizarmos a semeadura das culturas sem que haja interferência ou presença das plantas daninhas.

4. CONCLUSÕES

A planta daninha azevém, na população média de 53 plantas m^{-2} , quando em convivência durante todo o ciclo de desenvolvimento das cultivares de trigo BRS 296, Fundacep Cristalino, BRS Guamirim e Fundacep Raízes, não interfere no rendimento de grãos das cultivares.

A presença de 30 plantas m^{-2} de nabo reduz PBA, ICA, número de grãos espiga $^{-1}$, número de grãos espiguetas $^{-1}$ e rendimento de grãos das cultivares de trigo BRS Guamirim, BRS 296, Fundacep Cristalino e Fundacep Raízes, além de reduzir o número de espigas planta $^{-1}$ para BRS Guamirim, precoce e de estatura baixa.

Características de planta como elevada estatura, ciclo precoce e elevada área foliar pertencentes à cultivar de trigo Fundacep Cristalino, compreendem maior habilidade em competir com plantas daninhas de azevém e nabo.

REFERÊNCIAS

AGOSTINETTO, D. et al. Período crítico de competição de plantas daninhas com a cultura do trigo. **Planta Daninha**, v.26, n.2, p.271-278, 2008.

BALBINOT Jr. et al. Velocidade de emergência e crescimento inicial de cultivares de arroz irrigado influenciando a competitividade com as plantas daninhas. **Planta Daninha**, v. 19, n.3, p.305-316, 2001.

BIANCHI, M. A. et al. Interferência de *Raphanus sativus* na produtividade de cultivares de soja. **Planta Daninha**, v. 29, n.4, p.783-792, 2011.

BIANCHI, M. A. et al. Papéis do arranjo de plantas e do cultivar de soja no resultado da interferência com plantas competidoras. **Planta Daninha**, v. 28, n. especial, p.979-991, 2010.

BIANCHI, M.A. A.; FLECK, N. G.; LAMEGO, F. P. Proporção entre plantas de soja e plantas competidoras e as relações de interferência mútua. **Ciência Rural**, v. 36, n.5, p. 1380-1387, 2006.

COMISSÃO DE QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO – CQFS – RS/SC. Manual de adubação e de calagem para os estados de Rio Grande do Sul e Santa Catarina. 10 ed. Porto Alegre, **Sociedade Brasileira de Ciência do Solo - Núcleo Regional Sul**, 2004, 400p.

EMBRAPA. Unidade de Apoio, Pesquisa e Desenvolvimento de Instrumentação Agropecuária (São Carlos, SP). **Siscob**, 2009. Versão 1.0 Software de Cobertura do solo. Disponível em: <<http://www.cnpdia.embrapa.br/labimagem/forms/softwareform.php?software=3#>>. Acesso em: 24 jan. 2013.

HUCL, P. Response to weed control by four spring wheat genotypes differing in competitive ability. **Canadian Journal of Plant Science**, v., n.78, p.171-173, 1998.

INFORMAÇÕES técnicas para trigo e triticale – Safra 2012. **V Reunião da comissão brasileira de pesquisa de trigo e triticale**. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2011.

FLECK, N.G. Competição de azevém (*Lolium multiflorum* L.) com duas cultivares de trigo. **Planta Daninha**, v.3, n.2, p.61-67, 1980.

JANNINK, J.L. et al. Index selection for weed suppressive ability in soybean. **Crop Science**, Madison, v.40, n.4, p.1087-1094, 2000.

LAMEGO, F.P. et al. Habilidade competitiva de cultivares de trigo com plantas daninhas. **Planta Daninha**, v.31, n.3, p.521-531, 2013.

LAMEGO, F.P. et al. Tolerância à interferência de plantas competidoras e habilidade de supressão por cultivares de soja—I. Resposta de variáveis de crescimento. **Planta Daninha**, v.23, n.3, p.405-414, 2005.

LAMEGO, F.P. et al. Tolerância à interferência de plantas competidoras e habilidade de supressão por genótipos de soja – II. Resposta de variáveis de produtividade. **Planta Daninha**, v.22, n.4, p.491-498, 2004.

LEMERLE, D. et al. Incremental crop tolerance to weeds: A measure for selecting competitive ability in Australian wheats. **Euphytica**, v.149, p.85-95, 2006.

LEMERLE, D.; VERBEEK, V. & ORCHARD, B. Ranking the ability of wheat varieties to compete with *Lolium rigidum*. **Weed Research**, n.41, p.197-209, 2001.

LEMERLE, D. et al. The potential for selecting wheat varieties strongly competitive against weeds. **Weed Research**, v.36, n.6, p.505-513, 1996.

MORENO, J. A. **Clima do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: Secretaria da Agricultura, Diretoria de Terras e Colonização, Seção de Geografia, 1961. 46 p.

PAGLIARINI, I. et al. Potencial competitivo em estádios iniciais de desenvolvimento de cultivares de soja geneticamente modificada. In: Congresso Brasileiro da Ciência das Plantas Daninhas, 28., 2012, Campo Grande. **Anais...** São Paulo, Sociedade Brasileira da Ciência das Plantas Daninhas, 2012. p.89-94.

RADOSEVICH, S. R.; HOLD, J. S.; GHERSA, C. M. **Ecology of Weeds and Invasive Plants**. 3. Ed. New York: Wiley, 2007.

RAIMONDI et al. Matocompetição inicial na cultura do algodoeiro em função de diferentes espaçamentos e estratégias de controle. In: Congresso Brasileiro do

Algodão, 8, 2011, São Paulo. **Anais...** Campina Grande, Emrapa Algodão, 2011. P.1045-1052.

RIZZARDI, M. A.; FLECK, N. G. Métodos de quantificação da cobertura foliar da infestação de plantas daninhas e da cultura da soja. **Ciência Rural**, v.34, n.1, p.13-18, 2004.

SCHAEDLER, C.E. et al. Características morfológicas em plantas de cultivares de aveia como indicadoras do potencial competitivo com plantas daninhas. **Planta Daninha**, v.27, n.especial, p.957-965, 2009.

STRECK, E.V. et al. **Solos do Rio Grande do Sul**. 2 ed. Porto Alegre: EMATER/RS – ASCAR, 2008. 222 p.

VALÉRIO, I. P. et al. Fatores relacionados à produção e desenvolvimento de afilhos em trigo. **Semina: Ciências Agrárias**, v.30, n.1, p.1207-1218, 2009.

ZANINE, A.M.; SANTOS, E. M. Competição entre espécies de plantas – uma revisão. **Revista da FZVA**, v.11, n.1, p.10-30, 2004.

ARTIGO III – PRODUTIVIDADE RELATIVA DO TRIGO QUANDO EM CONVIVÊNCIA COM PLANTAS DANINHAS, COMO INDICADOR DE COMPETITIVIDADE

RESUMO

Dentre os fatores que limitam a produtividade da cultura do trigo está a competição com plantas daninhas, sendo o potencial competitivo das plantas afetado por suas características morfofisiológicas. Experimentos em série de substituição, possibilitam avaliar a competição inter e intraespecífica entre plantas. A premissa deste modelo experimental é avaliar as produtividades das misturas em comparação com a produção do monocultivo das espécies. Objetivou-se com este estudo, determinar a competitividade do trigo quando em convivência com as plantas daninhas de azevém (*Lolium multiflorum*) e nabo (*Raphanus sativus*) ou do próprio trigo como planta simuladora de competição, por meio da determinação da massa seca de parte aérea. Foram realizados quatro experimentos em casa de vegetação do Departamento de Ciências Agronômicas e Ambientais da UFSM, *Campus* de Frederico Westphalen – RS, no período de junho a setembro de 2012. Os tratamentos foram arranjos em série de substituição nas proporções de 100:00 (monocultivo de trigo); 75:25; 50:50; 25:75 e 100:00 (monocultivo da planta competidora) para as plantas de trigo (cv. Fundacep Cristalino) e para as plantas competidoras azevém, nabo e trigo (cv. BRS Guamirim). O trigo é mais competitivo que o azevém quando em convivência inicial, mesmo quando na menor proporção de plantas. O nabo, quando em convivência com o trigo demonstra potencial competitivo pelos recursos do meio semelhante ao da cultura. Houve efeito benéfico mútuo quando as cultivares de trigo Fundacep Cristalino e BRS Guamirim conviveram, sendo que cada cultivar parece ter apresentado algum mecanismo de escape para evitar a competição.

Palavras-chave: Série de substituição. Competição. Planta daninha.

ARTICLE III – RELATIVE PRODUCTIVITY OF WHEAT WHEN IN COEXISTENCE WITH WEEDS AS INDICATOR OF COMPETITIVENESS

ABSTRACT

Among the factors that limit the productivity of wheat is weed competition, being and the competitive potential of plants affected by their morphophysiological characteristics. Experiments in replacement series allow to evaluate inter and intraspecific competition among plants. The premise of this experimental model is to evaluate the production of mixtures in comparison with the production of species in monoculture. The objective of this study was to determine the competitiveness of wheat when in coexistence with Italian ryegrass (*Lolium multiflorum*) and wild radish (*Raphanus sativus*) plants or wheat as plant simulator of competition determining the dry matter of the shoot. There were realized four experiments in the greenhouse of the Department of Agricultural and Environmental Sciences of UFSM, *Campus* of Frederico Westphalen – RS, during the period of July to September, 2012. The treatments were arranged in a replacement series, in the proportions of 100:00 (wheat monoculture), 75:25, 50:50, 25:75 and 100:00 (monoculture of competitor plant) for wheat plants (cv. Fundacep Cristalino) and for Italian ryegrass, wild radish and wheat (cv. BRS Guamirim) competitor plants. The wheat is more competitive than Italian ryegrass in initial coexistence, even in the smallest proportion of plants. The wild radish, when intercropped with wheat demonstrates similar competitive potential for environmental resources to the crop. There was mutual beneficial effect when wheat cultivars Fundacep Cristalino and BRS Guamirim coexisted, and each cultivar seems to have some mechanism to avoid competition.

Keywords: Replacement series. Competition. Weed.

1 INTRODUÇÃO

Durante o ciclo de cultivo do trigo, muitos são os fatores que reduzem o rendimento da cultura e, dentre estes, estão as plantas daninhas. O segmento que engloba as plantas daninhas consiste no fator que possui maior relação com a redução de rendimento, o insucesso e a redução de lucros das plantas cultivadas (STOUGAARD & XUE, 2004). Com isso, passou-se a priorizar a utilização de herbicidas. Entretanto, o uso contínuo deste método de controle tem selecionado espécies daninhas resistentes a estes herbicidas. Deste modo, são necessárias medidas de controle alternativas e integradas a fim de manejar plantas daninhas (HUCL, 1998).

Dentre as medidas de controle alternativas, podemos citar o método cultural, que visa a utilização de características da própria cultura a fim de minimizar o impacto gerado pelas plantas daninhas. Características morfofisiológicas em cultivares de trigo, são importantes ferramentas responsáveis pela definição da habilidade competitiva com as plantas daninhas por recursos disponíveis no ambiente de convívio (RIGOLI et al., 2009) e também, constituem-se na redução do uso intensivo de herbicidas (BALBINOT Jr. et al., 2003; FLECK et al., 2009).

As culturas podem tolerar a competição com plantas daninhas, o que consiste na habilidade em manter a produtividade em situação de competição; ou ainda, podem apresentar efeito supressivo sobre as plantas infestantes, que se refere à capacidade da cultura em reduzir o crescimento das plantas daninhas por efeito de interferência (JANNINK et al., 2000).

Em meio aos estudos que permitem analisar a convivência entre plantas daninhas e cultivadas estão os experimentos substitutivos ou em série de substituição, os quais possibilitam avaliar a competição inter e intraespecífica entre plantas (RADOSEVICH et al., 2007). A premissa deste modelo experimental é que a produção das misturas possa ser comparada com a produção do monocultivo das espécies, sem alterar, no entanto, o espaço e a população total de plantas (RADOSEVICH et al., 2007).

Diante das interações entre plantas, diferentes interpretações para as respostas de produtividade observadas em função da proporção de plantas, podem

ser consideradas. Em dadas situações, as espécies apresentam posicionamento tão distante, que não ocorrem interações entre elas. Em outros casos, cada espécie colabora para a produtividade total diretamente proporcional à sua presença na mistura. Há ainda, situações em que duas espécies exercem demandas idênticas no ambiente, mas contrastantes em suas respostas, sendo uma espécie mais competidora que outra, contribuindo mais que o esperado para a produtividade total. Ou ainda, quando nenhuma das espécies contribui com sua parte esperada para a produtividade total. Por fim, pode ocorrer que a produtividade de duas espécies em qualquer mistura é maior que a obtida no monocultivo, ocorrendo simbiose, mesmo que seja em proporções distintas (RADOSEVICH et al., 2007).

Ao serem cultivadas em misturas proporcionais com plantas daninhas, poderá haver vantagem tanto das culturas como das plantas daninhas em competição. Situações em que as plantas daninhas superaram as culturas foram observadas para capim-arroz (*Echinochloa* spp.) em competição com arroz irrigado (AGOSTINETTO et al., 2008); arroz-vermelho (*Oryza sativa* L.) competindo com arroz (FLECK et al., 2008); e nabo competindo com soja (BIANCHI et al., 2006) ou com trigo (RIGOLI et al., 2008). Em outras situações, a cultura foi mais competitiva que as plantas daninhas, como observado para a soja quando em convivência com arroz-vermelho (MORAES et al., 2009) e para o trigo quando em interação com o azevém (RIGOLI et al., 2008; TAROUCO et al., 2012); há relatos também onde se observou competitividade equivalente, como para o capim-pé-de-galinha (*Eleusine indica* (L.) Gaertn) quando em convivência com o milho (WANDSCHEER, 2013).

Deste modo, o objetivo do presente estudo foi investigar qual espécie competidora possui maior efeito competitivo relativo sobre o trigo (cv. Fundacep Cristalino), sendo o azevém (*Lolium multiflorum*), o nabo (*Raphanus sativus*) ou o próprio trigo (cv. BRS Guamirim) as plantas concorrentes.

2 MATERIAL E MÉTODOS

Foram conduzidos quatro experimentos em casa-de-vegetação do Departamento de Ciências Agronômicas e Ambientais (DCAA) da UFSM, *Campus*

de Frederico Westphalen, no município de Frederico Westphalen-RS, no período de junho a setembro de 2012.

2.1 Experimento I – Produtividade final constante

O primeiro experimento foi instalado em junho de 2012 e consistiu em monocultivos de trigo, azevém e nabo para determinar a população de plantas a ser estabelecida em vaso, com base na “Lei de Produtividade Final Constante” (RADOSEVICH et al., 2007). As populações testadas foram de uma, duas, quatro, oito, 16, 32, 64 e 128 plantas vaso⁻¹, equivalentes a 25, 50, 101, 201, 402, 805, 1610 e 3219 plantas m⁻².

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado (DIC), com quatro repetições. Foram utilizadas sementes das cultivares de trigo Fundacep Cristalino e BRS Guamirim, essa como simuladora de planta competidora e sementes de azevém e nabo. Utilizaram-se vasos com capacidade de 6L e 22,5 cm de diâmetro, preenchidos com substrato agrícola (Tecnomax ®).

Aos 28 dias após a emergência (DAE) foram colhidas as partes aéreas das plantas de trigo, azevém e nabo para determinação da massa seca de parte aérea (MSPA). A parte aérea das plantas foi acondicionada em sacos de papel, devidamente identificados e depositados em estufa com temperatura constante de 60°C, até que fosse atingida massa seca constante, quando as amostras foram pesadas. Após, realizou-se a interpretação dos dados através do método da recíproca da produção por planta para determinar a MSPA constante (dados não apresentados), que fixou em 32 plantas vaso⁻¹ (equivalente a 805 plantas m⁻²) a população adequada ao tamanho de vaso utilizado.

2.2 Experimentos II, III e IV – Série de substituição

Os demais experimentos foram conduzidos em série de substituição, com a população de plantas estabelecida pelo experimento anterior. Cada uma das séries substitutivas foi composta por proporções de trigo (cv. Fundacep Cristalino) e azevém (Experimento II); trigo (cv. Fundacep Cristalino) e nabo (Experimento III) e; trigo e trigo (Experimento IV), comparando-se cultivares com características contrastantes de planta (cv. Fundacep Cristalino (média e precoce) x cv. BRS Guamirim (baixa e precoce)). As proporções de plantas foram: 100:0 (monocultivo de trigo); 75:25; 50:50; 25:75 e 100:0% (monocultivo da planta competidora), conforme metodologia descrita por Radosevich et al. (2007) (Figura 1).

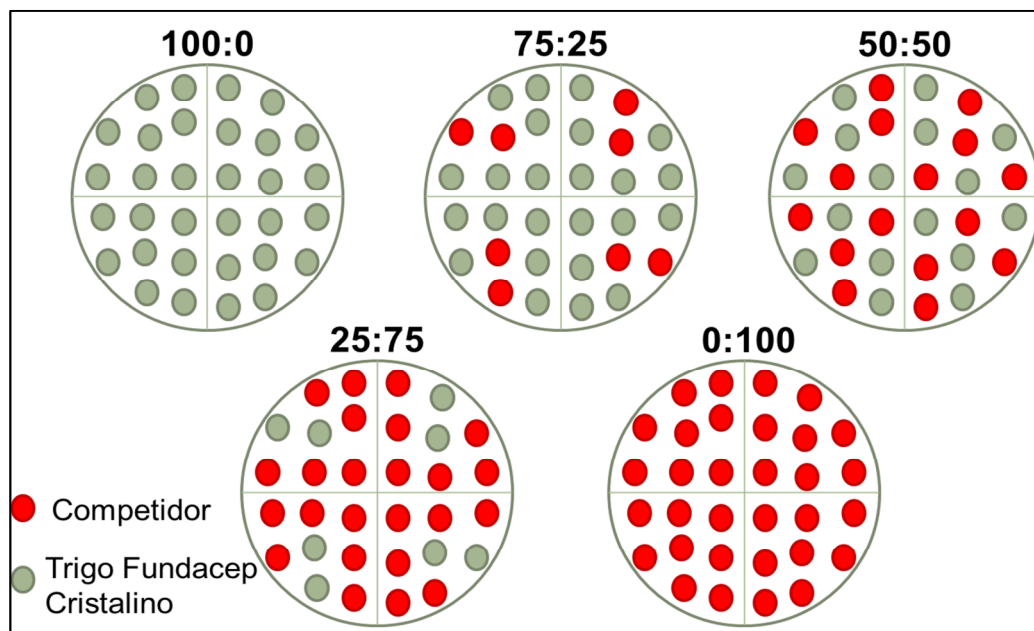


Figura 1 – Esquema de semeadura dos experimentos em série de substituição.

As unidades experimentais foram dispostas em DIC, com quatro repetições. Para garantir a população ideal nos vasos, foi semeada população superior à desejada e o desbaste realizado aos 10 dias após a semeadura (DAS), quando da emergência.

Aos 28 DAE foi realizada a coleta da parte aérea para determinação da MSPA do trigo e das plantas competidoras, conforme descrito no item 2.1. Para a interpretação da MSPA do trigo e das plantas competidoras, utilizou-se o método

proposto por Radosevich et al. (2007), que se utiliza da análise gráfica da produtividade relativa ou método convencional para experimentos substitutivos. Um diagrama baseando-se na produtividade relativa (PR) e produtividade relativa total (PRT) é construído nas proporções de plantas adotadas de 0, 25, 75 e 100% do trigo e das plantas competidoras.

O cálculo da diferença entre a reta hipotética e os valores observados para PR, PRT e para os índices de competitividade (CR, K e A) foi realizado a partir das equações propostas por Hoffman & Buhler (2002). O resultado da PR foi dado pela produção para cada população e proporção divididas pela produção média do monocultivo para aquela população. A equação da PR foi obtida pela razão entre o acúmulo de massa médio da mistura e a média da monocultura: $PRa = (p) \times (A_{mix} / A_{mon})$, relativo à produtividade obtida pela cultura (a); $PRb = (1 - p) \times (B_{mix} / B_{mon})$, relativo à produtividade obtida pela espécie competidora (b).

Quando a relação apresentou como resultado uma linha reta, não houve efeito da competição sobre as espécies. No entanto, quando a linha apresentou conformação convexa, houve benefício e quando esta foi côncava, houveram prejuízos causados pelo efeito da competição.

A PRT é representada pela soma das produtividades relativas da cultura e do competidor nas respectivas proporções de plantas: $PRT = PRa + PRb$, onde PRa refere-se à produtividade relativa para a cultura e PRb refere-se à produtividade relativa das espécies competidoras. Quando a PRT for igual a 1 (um), indica que a competição dos recursos entre as espécies foi equivalente; quando superior a 1 (um), a competição foi evitada e; quando apresentar valor inferior a 1 (um), as espécies são antagônicas e há prejuízo mútuo.

Os índices de competitividade relativa (CR), coeficiente de agrupamento (K) e agressividade (A) foram calculados com base nos valores obtidos para a proporção 50:50 de acordo com as equações abaixo, também propostas por Hoffman & Buhler (2002). A espécie "a" foi mais competitiva que a espécie "b" quando $CR > 1$; $K_a > K_b$ e $A > 0$. Quando $CR < 1$; $K_a < K_b$ e $A < 0$, a espécie "b" foi mais competitiva que a espécie "a". Para apresentar maior habilidade competitiva, deve ser observada diferença significativa em pelo menos dois índices de competitividade (BIANCHI et al., 2006).

- Índice de competitividade relativa (CR), representa o crescimento comparativo da espécie "a" em relação à espécie "b": $CR = (1 - p/p) \times (PRa/PRb)$.

- Coeficiente de agrupamento (K) indica a dominância relativa de uma espécie sobre a outra: $Ka = ((1 - p)/p) \times (PRa/(1 - PRa))$; $Kb = ((1 - p)/p) \times (PRb/(1 - PRb))$.

- Agressividade (A), aponta qual a espécie mais agressiva e assim, mais competitiva: $A = (PRa/(2p)) - (PRb/(2(1 - p)))$.

Os dados obtidos foram analisados quanto à homocedasticidade, utilizando-se os testes de Bartlett, Levene e Brow-Forsythe e havendo necessidade, foram realizadas transformações dos dados.

Quanto à análise estatística da produtividade relativa, calculou-se primeiramente as diferenças para os valores de PR (DPR) obtidos nas proporções de 25, 50 e 75% de plantas em relação aos valores pertencentes às retas hipotéticas nas respectivas proporções: 0,25; 0,50 e 0,75 (FLECK et al., 2008; RIGOLI et al., 2008; DAL MAGRO et al., 2011; WANDSCHEER et al., 2013). Utilizou-se o teste *t* a 5% de probabilidade de erro para testar as diferenças relativas aos índices DPR, PRT, CR, K e A em relação às retas hipotéticas (HOFFMAN & BUHLER, 2002; FLECK et al., 2008; WANDSCHEER et al., 2013).

As hipóteses de nulidade para testar as diferenças de DPR e A eram de que as médias fossem iguais à zero ($H_0 = 0$); para PRT e CR, que as médias fossem iguais à unidade ($H_0 = 1$); e para o índice K, de que as médias das diferenças entre Ka e Kb fossem iguais a zero [$H_0 = (Ka - Kb) = 0$] (MORAES et al., 2009; WANDSCHEER et al., 2013).

A variável MSPA foi expressa em valor médio por planta e submetida à análise de variância. Se significativas pelo teste F ($p \leq 0,05$), as médias dos tratamentos foram comparadas pelo teste de Dunnett ($p \leq 0,05$) onde os monocultivos foram considerados os tratamentos testemunha (MORAES et al., 2009; WANDSCHEER et al., 2013).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise gráfica dos resultados obtidos para a PR da MSPA da cultivar de trigo Fundacep Cristalino foi representada por uma linha convexa, enquanto o

azevém foi representado por uma linha côncava (Figura 2). Este comportamento permite inferir que houve interação entre as espécies e que estas disputaram os mesmos recursos disponíveis no meio, sendo que o trigo mostrou-se mais competitivo comparativamente ao azevém; Fundacep Cristalino apresentou maior acúmulo de MSPA, no entanto, seu desempenho pouco contribuiu para a PRT. Assim, o comportamento que a espécie daninha azevém assumiu para esta condição, indica que quando este é submetido à convivência inicial com a cultura do trigo (até 28 DAE), há prejuízos na produção de MSPA para a espécie daninha.

Os desvios de PR quanto ao acúmulo de MSPA do trigo (cv. Fundacep Cristalino), quando comparados com as respectivas retas hipotéticas, foram significativos apenas na proporção de plantas de 25:75 (trigo x azevém). Para a PR do azevém, todas as proporções apresentaram diferenças significativas (Tabela 1).

A PRT apresentou diferenças estatisticamente significativas apenas para a proporção de plantas de 50:50, sendo os valores desta sempre inferiores a 1 (um), o que indica que houve prejuízo para ambas as espécies quanto ao acúmulo de MSPA (Tabela 1), ou seja, houve demanda pelas espécies em momento semelhante por algum dos recursos disponíveis no meio, configurando competição entre o trigo e o azevém, especialmente quando as espécies ocorrem em igual população.

As interações entre as espécies avaliadas indicam antagonismo ou competição (RADOSEVICH et al., 2007), onde ambas as espécies apresentaram perdas mais elevadas quando a população foi equivalente (50:50), uma vez que a população na qual a daninha ocorre, consiste em fator determinante na disputa pelos recursos. A proximidade morfofisiológica da planta daninha em questão em relação ao trigo pode ter refletido em demanda semelhante entre essas pelos elementos presentes no meio.

Rigoli et al. (2008) e Tarouco et al. (2012) verificaram que o trigo fora mais competitivo que o azevém, quando as espécies foram submetidas à condição de competição. Os resultados observados por estes autores corroboram os obtidos no presente estudo.

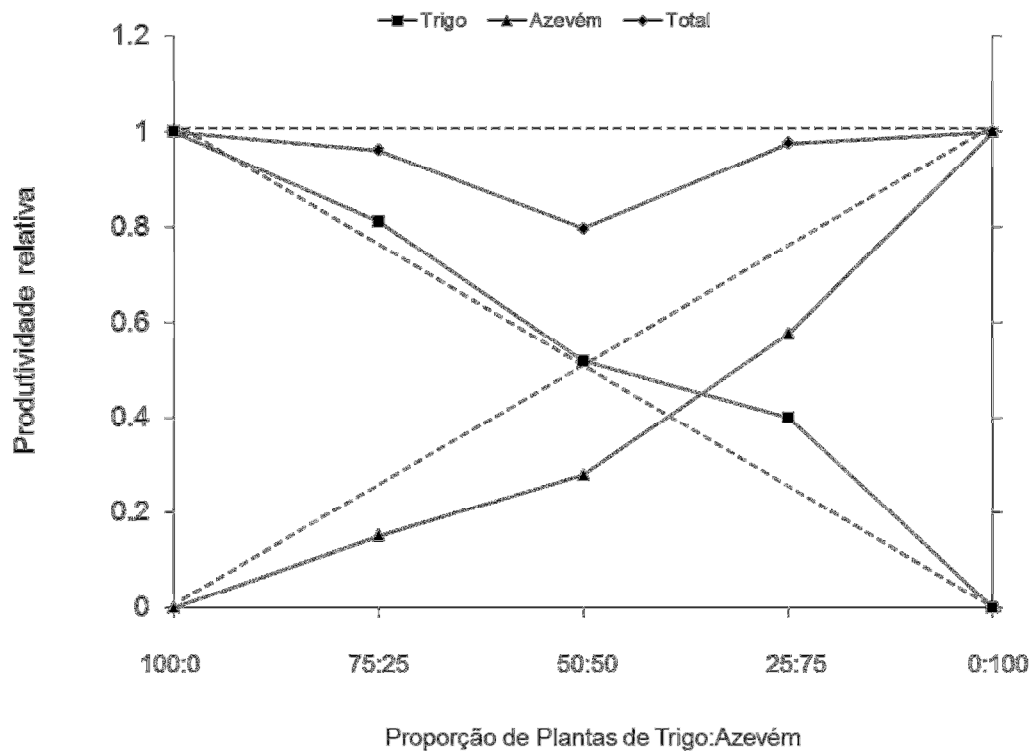


Figura 2 – Produtividade relativa (PR) e total (PRT) para matéria seca de parte aérea do trigo e azevém. UFSM, *Campus* de Frederico Westphalen - RS, 2012. Quadrado e triângulo representam a massa seca de parte aérea do trigo e do azevém, respectivamente e losango indica a PRT.

Tabela 1 – Diferenças relativas de produtividade para a variável massa seca da parte aérea e produtividade relativa total (PRT), nas proporções de 75:25, 50:50 e 25:75 de plantas de trigo em competição com azevém. UFSM, *Campus* de Frederico Westphalen - RS, 2012.

	Proporção de plantas (trigo:competidor)		
	75:25	50:50	25:75
	Massa seca da parte aérea		
Trigo	0,06 ($\pm 0,03$) ^{ns}	0,02 ($\pm 0,04$) ^{ns}	0,15 ($\pm 0,02$)*
Azevém	-0,10 ($\pm 0,01$)*	-0,22 ($\pm 0,04$)*	-0,17 ($\pm 0,05$)*
PRT	0,96 ($\pm 0,04$) ^{ns}	0,80 ($\pm 0,08$)*	0,98 ($\pm 0,06$) ^{ns}

^{ns} Não significativo e * significativo pelo Teste *t* ao nível de 5% de probabilidade de erro. Valores entre parênteses representam o erro padrão da média.

Possivelmente, o comportamento assumido pela espécie daninha azevém está relacionado ao seu lento desenvolvimento inicial (dados não quantificados) e ao elevado vigor inicial apresentado pela cultivar de trigo Fundacep Cristalino (dados não quantificados), uma vez que a velocidade de emergência consiste em fator determinante na habilidade competitiva das espécies. De acordo com Lamego (2005), a velocidade de estabelecimento é vantajosa, pois estabelece relações definitivas da competição entre plantas daninhas e cultivadas.

Durante a fase inicial de desenvolvimento, a cultivar com habilidade competitiva superior poderá manifestar seu potencial de supressão sobre plantas daninhas (SANTOS & MUNDSTOCK, 2002; LAMEGO, 2005), especialmente pelo fato de espécies mais vigorosas e com crescimento inicial superior, apresentarem maior eficiência na captura da radiação solar, impondo condição de menor radiação fotossinteticamente ativa à espécie daninha (ALMEIDA & MUNDSTOCK, 2001). Fundamentado na análise teórica, plantas daninhas que emergirem com um dia de antecedência às culturas, são até duas vezes mais competitivas quando comparadas às plantas daninhas que possuem emergência simultânea à da cultura (FISCHER & MILES, 1973 apud BALBINOT Jr. et al., 2001, p.306).

Para a cevada, Galon et al. (2011) concluíram que a espécie daninha azevém, pela sua proximidade morfofisiológica, apresenta alto potencial competitivo para com a cultura, mesmo quando na menor proporção, resultando em redução no acúmulo de MSPA das espécies competidoras; também, houve resposta diferenciada entre as cultivares de cevada quanto à habilidade competitiva para com a espécie daninha azevém.

A utilização de densidades inadequadas na semeadura das culturas pode promover a competição intraespecífica e afetar a manutenção das estruturas vegetais (KAPPES et al., 2010). Tal fato pode auxiliar na explicação do comportamento da cultura quanto ao seu maior acúmulo de MSPA em sua menor proporção (25:75) (Tabela 1). Assim, especula-se que o menor acúmulo de MSPA em relação a reta hipotética para as proporções 75:25 e 50:50 (trigo x azevém) pode estar correlacionada à intensa disputa pelos recursos entre a própria cultura, o que evidencia que a competição intraespecífica é mais prejudicial do que a competição interespecífica. Tais observações são corroboradas pelas hipóteses levantadas por Rigoli et al. (2008) a cerca das variáveis área foliar e MSPA nos resultados obtidos

em seu trabalho, os quais se assemelham aos acima descritos para a MSPA do trigo.

Para o experimento em que o trigo cresceu em convivência com o nabo, a cultura sofreu forte interferência na MSPA pela espécie competidora (Figura 3). Da mesma forma, para o nabo, observou-se houve redução significativa no acúmulo de MSPA, sendo a proporção 25:75 a que promoveu maior distanciamento da reta hipotética.

Fundacep Cristalino e nabo apresentaram diferenças significativas para a PR nas proporções de plantas de 25:75; 50:50 e 75:25 (Tabela 2). Também neste caso, a PRT apresentou valores inferiores a 1 (um), indicando que o nabo competiu igualmente, de forma acirrada com o trigo pelos recursos do meio (Tabela 2). Tal resultado nos permite inferir que quando a cultura e a planta competidora emergem simultaneamente, mesmo apresentando características morfofisiológicas distintas, possuem demanda semelhante pelos recursos básicos necessários ao seu desenvolvimento inicial.

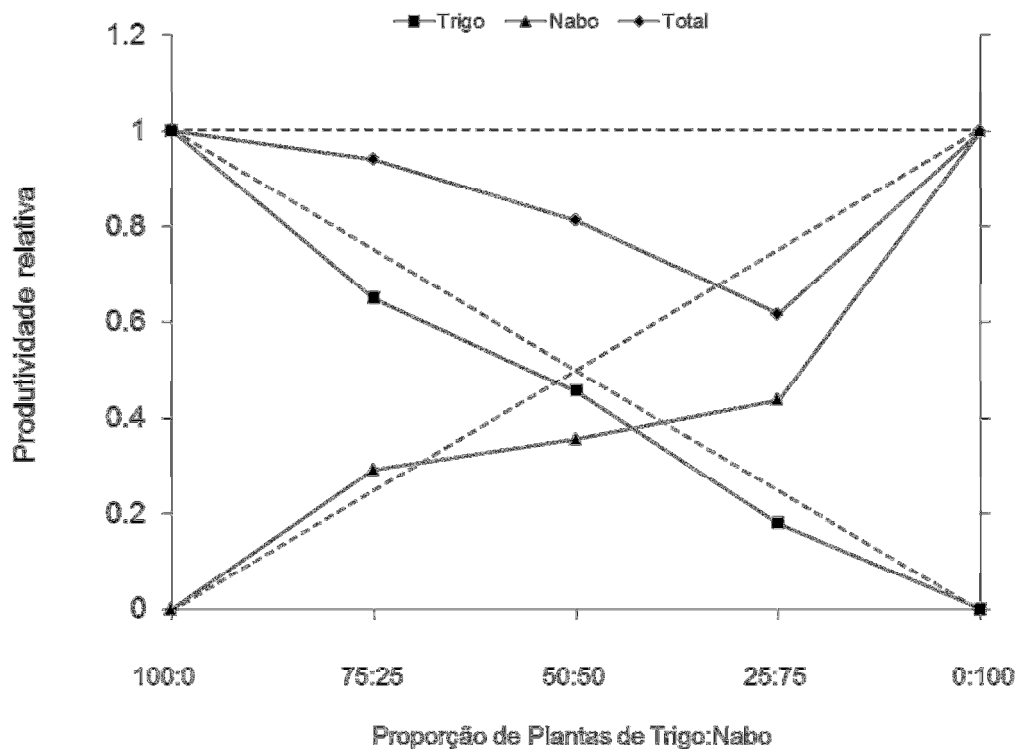


Figura 3 – Produtividade relativa (PR) e total (PRT) para matéria seca de parte aérea do trigo e nabo. UFSM, *Campus* de Frederico Westphalen - RS, 2012. Quadrado e triângulo representam a massa seca de parte aérea do trigo e do nabo, respectivamente e losango indica a PRT.

Tabela 2 – Diferenças relativas de produtividade para a variável massa seca da parte aérea e produtividade relativa total (PRT), nas proporções de 75:25, 50:50 e 25:75 de plantas de trigo em competição com nabo. UFSM, *Campus* de Frederico Westphalen - RS, 2012.

	Proporção de plantas (trigo:competidor)		
	75:25	50:50	25:75
	Massa seca da parte aérea		
Trigo	-0,10 ($\pm 0,05$)*	-0,04 ($\pm 0,03$)*	-0,07 ($\pm 0,01$)*
Nabo	0,04 ($\pm 0,06$)*	-0,14 ($\pm 0,10$)*	-0,31 ($\pm 0,12$)*
PRT	0,94 ($\pm 0,10$)*	0,81 ($\pm 0,12$)*	0,62 ($\pm 0,11$)*

* Significativo pelo Teste *t* ao nível de 5% de probabilidade de erro. Valores entre parênteses representam o erro padrão da média.

O nabo é uma planta daninha importante no sistema produtivo do trigo, pois apresenta rápido crescimento inicial e expressivo desenvolvimento da parte aérea, além de sistema radicular bastante desenvolvido. Deste modo, exerce efeito negativo sobre o trigo, mesmo não sendo morfológicamente semelhante à cultura.

Devido à intensa interação das características das plantas na determinação da habilidade competitiva, é difícil isolar aquelas que de fato se associam com alta capacidade competitiva, sendo que as condições e a população em que as espécies se expressam no campo servem de indicativo na predominância da supremacia competitiva (BALBINOT Jr. et al., 2003). O que ocorre em nível de campo, é que com frequência, a população das plantas daninhas é superior à população das culturas, conferindo-lhes maior habilidade competitiva (VILÁ et al., 2004), corroborando com a maior redução de MSPA para a cultura do trigo quando na proporção de 25:75, onde a população da planta daninha nabo era superior à população da cultura.

Para duas cultivares de soja testadas por Bianchi et al. (2006), o nabo também exerceu forte pressão de competição na fase vegetativa da cultura (42 DAE), sendo a interferência da espécie daninha sobre as cultivares superior à interferência que as cultivares exerceram sobre o nabo.

No presente estudo, a cultivar de trigo Fundacep Cristalino (ciclo precoce e porte médio) apresentou potencial competitivo semelhante ao da planta daninha, uma vez que, mesmo em sua menor proporção (25:75), a cultivar de trigo foi capaz

de reduzir o acúmulo de MSPA pela planta competidora de nabo. No entanto, os resultados observados para as interações entre o trigo (cv. Fundacep Cristalino) e o nabo neste trabalho não são corroborados por resultados encontrados por Rigoli et al. (2008), quando o trigo cv. Fundacep 52 (ciclo precoce e porte baixo) foi submetido à convivência com nabo; neste caso, a espécie daninha apresentou-se mais competitiva que a cultura.

A estatura de planta consiste em uma das principais características que conferem habilidade competitiva à cultivares de trigo (RADOSEVICH et al., 2007). Ao confrontarmos os resultados obtidos por Rigoli et al. (2008) com os acima apresentados, confirma-se a intensa colaboração desta na habilidade competitiva de cultivares de trigo, especialmente para a planta daninha nabo, que apresentou potencial de redução no acúmulo de MSPA para a cultura do trigo.

A análise gráfica dos resultados obtidos para a PR da MSPA indica que houve benefícios à cultivar de trigo Fundacep Cristalino quando esta foi mantida em convivência com trigo BRS Guamirim em período inicial de desenvolvimento (28 DAE). Na Figura 4, observa-se uma linha convexa para o desempenho de Fundacep Cristalino quanto ao acúmulo de MSPA.

O trigo cv. BRS Guamirim não apresentou diferenças significativas para a PR na menor proporção de plantas (75:25) e na proporção equivalente (50:50), sendo o acúmulo de MSPA da planta competidora azevém significativo apenas em sua maior proporção (25:75) (Tabela 3). Do mesmo modo, a PRT também proporcionou desempenho de tal modo que a linha correspondente apresentasse conformidade convexa (Figura 4) e com valores superiores a 1 (um) (Tabela 3), inferindo que a competição foi evitada, não havendo prejuízos para ambas as espécies.

Acredita-se que as cultivares de trigo em questão, quando mantidas em convivência inicial, de alguma forma evitaram a competição inicial pelos elementos básicos, resultando em incremento na PRT para o acúmulo de MSPA (Figura 4).

O crescimento inicial das cultivares de trigo Fundacep Cristalino e BRS Guamirim proporcionou efeito benéfico mútuo, onde cada uma das espécies parece ter apresentado algum mecanismo de escape para evitar a competição. De acordo com Radosevich et al., (2007), esse comportamento pode indicar relações simbióticas, no entanto, parece estar mais correlacionada ao fato de uma espécie não causar prejuízos a outra, como era o esperado.

Quando duas cultivares de soja foram submetidas à série de substituição com um terceiro cultivar de soja, performances semelhantes à encontrada no presente estudo foram verificadas, onde ambas apresentaram competitividade equivalente, não havendo competição pelos recursos entre as cultivares (BIANCHI et al., 2006). Especula-se que o fato de a interação entre as cultivares não ter apresentado prejuízos, pode se explicado pelo rápido crescimento inicial da cultivar BRS Guamirim (ciclo precoce e estatura baixa), dessincronizando a idade fisiológica das cultivares e a demanda pelos recursos no mesmo momento, ou sobreposição de nicho ecológico.

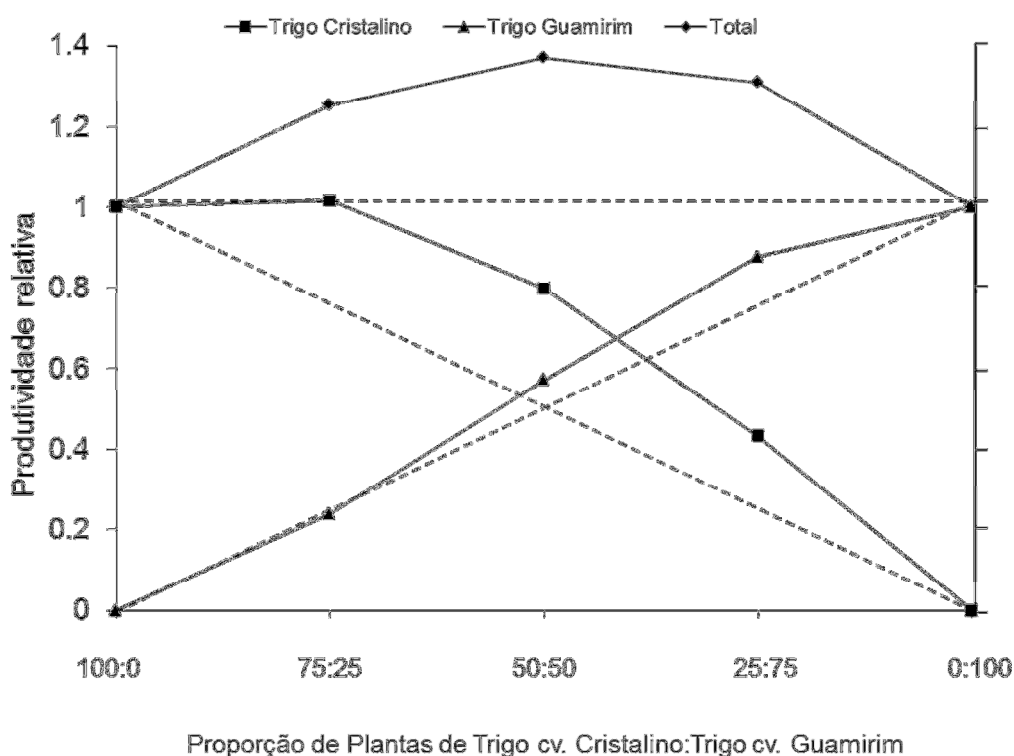


Figura 4 – Produtividade relativa (PR) e total (PRT) para matéria seca de parte aérea do trigo cv. Fundacep Cristalino e trigo cv. BRS Guamirim (simulador). UFSM, *Campus* de Frederico Westphalen - RS, 2012. Losango e quadrado representam a massa seca de parte aérea do trigo cv. Fundacep Cristalino e trigo cv. BRS Guamirim (simulador de planta concorrente), respectivamente e triângulo indica a PRT.

Tabela 3 – Diferenças relativas de produtividade para a variável massa seca da parte aérea e produtividade relativa total (PRT), nas proporções de 75:25, 50:50 e 25:75 de plantas de trigo cv. Fundacep Cristalino em competição com trigo cv. BRS Guamirim (simulador). UFSM, *Campus Frederico Westphalen* - RS, 2012.

	Proporção de plantas (trigo:competidor)		
	75:25	50:50	25:75
	Massa seca da parte aérea		
Trigo cv. Fundacep Cristalino	0,27 ($\pm 0,09$)*	0,30 ($\pm 0,14$)*	0,18 ($\pm 0,05$)*
Trigo cv. BRS Guamirim	-0,01 ($\pm 0,04$) ^{ns}	0,07 ($\pm 0,08$) ^{ns}	0,13 ($\pm 0,12$)*
PRT	1,25 ($\pm 0,12$)*	1,37 ($\pm 0,21$)*	1,31 ($\pm 0,17$)*

^{ns} Não significativo e * significativo pelo Teste *t* ao nível de 5% de probabilidade de erro. Valores entre parênteses representam o erro padrão da média.

De modo geral, a PRT da MSPA para as séries substitutivas de trigo e azevém apresentou redução significativa quando na proporção de plantas equivalente à 50:50; trigo e nabo apresentaram significância nos valores obtidos, sendo que positivo (superiores à um) quando as cultivares de trigo cresceram sob interferência uma da outra; e negativa (valores inferiores a um) quando o trigo cv. Fundacep Cristalino foi mantido em competição com o nabo.

Os valores que compõem a linha da PRT apresentaram-se inferiores a um, assumindo a forma côncava, o que infere perdas mútuas quando em convivência com as espécies daninhas. Quando são obtidos valores superiores a um, tem-se uma linha convexa, o que indica que a competição é evitada pelo suprimento de recursos, superação da demanda ou porque as espécies em questão possuem demanda diferenciada pelos recursos do meio, e ambas as espécies em questão contribuem para o incremento da PRT (RADOSEVICH et al., 2007). Tal efeito foi observado quando a série de substituição foi composta pelas duas cultivares de trigo.

Para os índices de competitividade, considera-se que houve superioridade competitiva quando ao menos dois índices apresentarem significância (BIANCHI et al., 2006). Foi observado CR superior para o trigo, comparativamente à espécie competidora azevém; a dominância do trigo sobre o azevém, também foi significativa, onde o K_{trigo} foi estatisticamente superior ao $K_{\text{azevém}}$; o trigo apresentou maior “agressividade” perante o azevém (Tabela 4), o que confirma maior habilidade

competitiva do trigo cv. Fundacep Cristalino frente à espécie daninha, quando em igual proporção de plantas.

Ao compararmos a proporção 50:50 para trigo e nabo ou trigo cv. BRS Guamirim, não houve diferença significativa para o índice CR; K e A (Tabela 4). Isso demonstra que não foi verificado crescimento superior, nem dominância, tão pouco maior “agressividade” de uma das espécies em relação à outra, o que nos permite inferir que ambas as plantas competiram entre si com a mesma intensidade.

De um modo em geral, as perdas de produtividade devido à competição entre plantas são mais significativas quanto mais semelhantes forem os indivíduos, alcançando estresse máximo dentro da mesma espécie, pois neste caso as plantas ocupam o mesmo nicho ecológico (RADOSEVICH et al., 2007). Contudo, o azevém mesmo apresentando características morfofisiológicas semelhantes ao trigo, não apresentou maior competitividade que plantas dicotiledôneas, mesmo apresentando crescimento e desenvolvimento inicial lentos (VIDAL et al., 2010). Esta lenta evolução inicial do azevém foi observado no decorrer do estudo, uma vez que o azevém se estabeleceu após a cultura do trigo, sendo que o trigo tendeu a dominar o ambiente de convivência com a espécie daninha.

Tabela 4 – Índices de competitividade entre trigo cv. Fundacep Cristalino e competidores (azevém, nabo ou trigo cv. BRS Guamirim), expressos por competitividade relativa (CR) e coeficientes de agrupamento relativo (K) e de agressividade (A). UFSM, *Campus* de Frederico Westphalen - RS, 2012.

	CR	K _{trigo}	K _{competidor}	A
	Massa seca da parte aérea			
Azevém	1,90 (±0,15)*	1,14 (±0,23)	0,40 (±0,08)*	0,24 (±0,02)*
Nabo	1,72 (±0,52) ^{ns}	0,86 (±0,10)	0,71 (±0,34) ^{ns}	0,10 (±0,10) ^{ns}
Trigo	1,39 (±0,15) ^{ns}	1,06 (±4,17)	1,80 (±0,83) ^{ns}	0,23 (±0,08) ^{ns}

^{ns} Não significativo e * Significativo pelo Teste *t* ao nível de 5% de probabilidade de erro. Valores entre parênteses representam os erros padrões das médias.

A maior competitividade expressa pela cultivar de trigo Fundacep Cristalino (estatura mediana) vai de encontro com os resultados obtidos por Rigoli et al. (2008) e Tarouco et al. (2012) que trabalharam, respectivamente, com as cultivares de trigo

Fundacep 52 (estatura baixa) e Fundacep Horizonte (estatura média/alta), as quais também foram mais competitivas que o azevém na proporção de plantas 50:50.

Ao promover a interação entre as plantas daninhas nabo e azevém, Dal Magro et al. (2010) observaram reduções significativas na PR de MSPA para o azevém e valores para os índices CR, K e A superiores aos valores obtidos para o azevém. Deste modo, os autores inferem que o nabo foi mais competitivo que o azevém.

A convivência inicial entre trigo e azevém proporcionou redução significativa da MSPA para o azevém nas proporções de 50:50 e 25:75 quando comparadas à testemunha (0:100). Quanto ao trigo, este apenas diferiu da testemunha (100:0) na menor proporção (25:75), onde foi verificado incremento de MSPA (Tabela 5). Quando cultivados sob competição com nabo, o trigo cv. Fundacep Cristalino, não apresentou diferenças significativas quanto ao acúmulo de MSPA em relação às sua respectiva testemunha (Tabela 5). Por sua vez, o nabo quando sob interferência do trigo, apresentou redução significativa para o acúmulo de MSPA nas proporções 75:25 e 50:50 (Tabela 5). Por outro lado, quando o trigo cv. Fundacep Cristalino foi submetido à convivência com o trigo cv. BRS Guamirim, o primeiro apresentou maior acúmulo de MSPA comparativamente à sua testemunha, quando cultivado em sua menor proporção (25:75). Já o trigo cv. BRS Guamirim, não apresentou diferença significativa em relação à testemunha (Tabela 5).

Tabela 5 – Resposta do trigo, cv. Fundacep Cristalino à interferência do competidor (azevém, nabo ou trigo cv. BRS Guamirim), 28 dias após a emergência. UFSM, *Campus* de Frederico Westphalen - RS, 2012.

	Proporção de plantas (trigo:competidor)					C.V. (%) ¹
	100:0 (T)	75:25	50:50	25:75	0:100 (T)	
Massa seca da parte aérea						
Trigo	0,48	0,52 ^{ns}	0,50 ^{ns}	0,77*	-	13,94
Azevém	-	0,12 ^{ns}	0,08*	0,09*	0,15	25,76
Trigo	0,29	0,24 ^{ns}	0,26 ^{ns}	0,22 ^{ns}	-	17,70
Nabo	-	0,45*	0,41*	0,63 ^{ns}	0,78	14,19
Trigo cv. Cristalino	0,20	0,26 ^{ns}	0,31 ^{ns}	0,34*	-	12,47
Trigo cv. Guamirim	-	0,29 ^{ns}	0,35 ^{ns}	0,36 ^{ns}	0,30	13,83

^{ns} Não significativo e * Significativo em relação à respectiva testemunha (T) pelo Teste de Dunnett.

¹ Coeficiente de variação.

Constatou-se que a competição interespecífica para o trigo e intraespecífica para o azevém, foram as mais expressivas (Tabela 5). Isto, porque a maior média por planta da cultura para a massa seca da parte aérea foi observada quando esta estava em população menor que a do competidor (25:75). Deste modo, verifica-se que o trigo “prefere” competir com uma planta de azevém a que conviver com outra planta de trigo. Resultado similar é observado quando o trigo compete com o próprio trigo como simulador de planta concorrente; neste caso, a cv. Fundacep Cristalino novamente apresenta maior média por planta para a variável quando em menor proporção que a cv. BRS Guamirim, como simuladora de planta competi (Tabela 5). Quando o trigo esteve em convivência com o nabo, não houve diferença significativa. Para o nabo, a competição interespecífica foi a mais expressiva.

Interpretando de forma conjunta os valores obtidos para a PR da MSPA e os índices de competitividade, observa-se que a cultivar de trigo Fundacep Cristalino apresenta boa habilidade competitiva, uma vez que seu desempenho foi superior ao desempenho da espécie daninha azevém, uma das principais plantas competidoras da cultura, e manteve-se competitiva com a espécie daninha nabo e com o trigo cv. BRS Guamirim, como simuladora de espécie competidora.

Mesmo pertencendo à famílias botânicas distintas, o trigo e o nabo competiram pelos recursos limitados do meio, havendo redução significativa da PRT. No entanto, sem afetar significativamente o desempenho de ambas as espécies, denotando que estas possuem formas de escape da pressão competitiva.

Ao contrário do que se esperava, as cultivares de trigo Fundacep Cristalino (estatura média e ciclo precoce) e BRS Guamirim (estatura baixa e ciclo precoce) não competiram pelos recursos do meio, havendo benefício quando estas cresceram de forma associada, levando a crer que o maior vigor inicial do trigo BRS Guamirim, tenha proporcionado uma assincronismo em idade fisiológica entre as cultivares de trigo, gerando demanda pelos recursos do meio em momentos distintos e evitando a competição entre elas.

4 CONCLUSÕES

O trigo, cultivar Fundacep Cristalino, é mais competitivo que o azevém quando em convivência inicial, mesmo na menor proporção de plantas.

O nabo, quando em convivência com o trigo, cultivar Fundacep Cristalino até 28 DAE, demonstra potencial competitivo pelos recursos do meio de modo semelhante à cultura.

O crescimento inicial das cultivares de trigo Fundacep Cristalino e BRS Guamirim, proporcionou efeito benéfico mútuo, onde cada uma das espécies parece apresentar algum mecanismo de escape para evitar a competição.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, M. L. & MUNDSTOCK, C. M. A qualidade da luz afeta o afilhamento em plantas de trigo, quando cultivadas sob competição. **Ciência Rural**, v.31, n.3, p.401-408, 2001.

AGOSTINETTO, D. et al. Período crítico de competição de plantas daninhas com a cultura do trigo. **Planta Daninha**, v.26, n.2, p.271-278, 2008.

BALBINOT Jr. et al. Velocidade de emergência e crescimento inicial de cultivares de arroz irrigado influenciando a competitividade com as plantas daninhas. **Planta Daninha**, v. 19, n.3, p.305-316, 2001.

BALBINOT Jr., A.A. et al. Características de plantas de arroz e a habilidade competitiva com plantas daninhas. **Planta Daninha**, v.21, n.2, p.165-174, 2003.

BIANCHI, M.A.; FLECK, N. G.; LAMEGO, F. P. Proporção entre plantas de soja e plantas competidoras e as relações de interferência mútua. **Ciência Rural**, v. 36, n.5, p.1380-1387, 2006.

DAL MAGRO, T. et al. Habilidade competitiva entre biótipos de *Cyperus difformis* L. resistente ou suscetível a herbicidas inibidores da ALS e destes com arroz irrigado. **Bragantia**, v.70, n.2, p.294-301, 2011.

DAL MAGRO, T. et al Habilidade competitiva entre nabo forrageiro (*Raphanus sativus*) e azevém (*Lolium multiflorum*). In: Congresso Brasileiro da Ciencia das Plantas daninhas, 27, 2010, Ribeirao Preto. **Anais...** São Paulo, Sociedade Brasileira da Ciencia das Plantas daninhas, 2010, p.1172-1176.

FLECK, N.G. et al. Competitividade relativa entre cultivares de arroz irrigado e biótipo de arroz-vermelho. **Planta Daninha**, v.26, n.1, p.101-111, 2008.

FLECK, N.G. et al. Associação de características de planta em cultivares de aveia com habilidade competitiva. **Planta Daninha**, v.27, n.2, p.211-220, 2009.

GALON, L. et al. Habilidade competitiva de cultivares de cevada convivendo com azevém. **Planta Daninha**, v.29, n.4, p.771-781, 2011.

HOFFMAN, M.L.; BUHLER, D.D. Utilizing *Sorghum* as a functional model of crop-weed competition. I. Establishing a competitive hierarchy. **Weed Science**, v.50, n.4, p.466-472, 2002.

HUCL, P. Response to weed control by four spring wheat genotypes differing in competitive ability. **Canadian Journal of Plant Science**, v., n.78, p.171-173, 1998.

JANNINK, J.L. et al. Index selection for weed suppressive ability in soybean. **Crop Science**, v.40, n.4, p.1087-1094, 2000.

KAPPES, C. et al. Arranjos espaciais de plantas na cultura do milho e seus efeitos sobre os caracteres de espiga. **Anais...** In: Congresso Nacional de Milho e Sorgo, 28., 2010, Goiânia, Associação Brasileira de Milho e Sorgo, 2010. p.938-946.

LAMEGO, F.P. et al. Tolerância à interferência de plantas competidoras e habilidade de supressão por cultivares de soja – I. Resposta de variáveis de crescimento. **Planta Daninha**, v.23, n.3, p.405-414, 2005.

MORAES et al. Competitividade relative de soja com arroz-vermelho. **Planta Daninha**, v.27, n.1, p.35-40, 2009.

RADOSEVICH, S. R.; HOLD, J. S.; GHERSA, C. M. **Ecology of Weeds and Invasive Plants**. 3. Ed. New York: Wiley, 2007.

RIGOLI, R.P. et al. Habilidade competitiva relativa do trigo (*Triticum aestivum*) em convivência com azevém (*Lolium multiflorum*) ou nabo (*Raphanus raphanistrum*). **Planta Daninha**, v.26, n.1, p.93-100, 2008.

RIGOLI, R.P. et al. Potencial competitivo de cultivares de trigo em função do tempo de emergência. **Planta Daninha**, v.27, n.1, p.41-47, 2009.

SANTOS, H.P. & MUNDSTOCK, C. M. Parâmetros da habilidade competitiva no estabelecimento de populações caracterizam o potencial de produção individual em trigo e aveia. **Revista Brasileira de Botânica**, v.25, n.1, p.43-53, 2002.

STOUGAARD, R. N. & XUE, Q. Spring wheat seed size and seeding rate effects on yield loss due to wild oat (*Avena fatua*) interference. **Weed Science**, v.52, n.1, p.133-141, 2004.

TAROUCO, C.P. et al. Competitividade de trigo em convivência com azevém. In: Congresso Brasileiro da Ciência das Plantas Daninhas, 28., 2012, Campo Grande. **Anais...** São Paulo, Sociedade Brasileira da Ciência das Plantas Daninhas, 2012. p.604-608.

VIDAL, R.; PORTUGAL, J.; NETO, F.S. **Nível crítico de dano de infestantes em culturas anuais**. Porto Alegre: Evangraf, 2010.

VILÁ, M. et al. Competition experiments on alien weeds with crops: lessons for measuring plant invasion impact? **Biological Invasions**, v.6, p.59-69, 2004.

WANDSCHEER, A.C.D.; RIZZARDI, M.A.; REICHERT, M. Competitive ability of corn in coexistence with goosegrass. **Planta Daninha**, v.31, n.2, p.281-289, 2013.

ARTIGO IV – EFEITO DA COMPETIÇÃO INICIAL SOBRE O DESENVOLVIMENTO DE PLÂNTULAS DE TRIGO (cv. FUNDACEP CRISTALINO), AZEVÉM (*Lolium multiflorum* Lam.) E NABO (*Raphanus sativus* L.)

RESUMO

A radiação luminosa é um dos principais elementos pelos quais as plantas competem. Alterações na qualidade da radiação luminosa interceptada pela planta cultivada quando na presença de “vizinhos”, desencadeiam uma série de alterações na morfologia das plantas prejudicadas. O objetivo do presente estudo foi avaliar o efeito do desenvolvimento de plântulas de trigo quando na presença de plantas competidoras de azevém (*Lolium multiflorum*), nabo (*Raphanus sativus*) e do trigo (cv. BRS Guamirim) como simuladora de planta concorrente, em estádios iniciais de desenvolvimento. Foram conduzidos três experimentos em casa-de-vegetação do Departamento de Ciências Agronômicas e Ambientais (DCAA) da UFSM, *Campus* de Frederico Westphalen, no município de Frederico Westphalen, no período de maio a junho de 2013. O delineamento dos três experimentos foi inteiramente casualizado. Os tratamentos do Experimento I foram: trigo (cv. Fundacep Cristalino) competindo por radiação luminosa com plantas competidoras de azevém, nabo ou trigo (cv. BRS Guamirim), como simuladora de planta competidora; Experimento II: azevém sob pressão de competição com plantas de trigo (cv. Fundacep Cristalino) e nabo; Experimento III nabo em condição de competição inicial por radiação solar com plantas de trigo (cv. Fundacep Cristalino) e azevém. Todos os experimentos possuíam um tratamento adicional (testemunha), onde a planta principal cresceu livre da interferência inicial. Por ocasião dos 15 DAS, as plantas foram submetidas às avaliações de estatura de planta; comprimento do sistema radicular, diâmetro de caule, e contagem do número de raízes emitidas. Com base nestas observações, foi possível concluir que a competição inicial baseada na qualidade da radiação luminosa afeta as características morfológicas de plantas de trigo cv. Fundacep Cristalino, azevém e nabo, independente da espécie competidora em questão.

Palavras-chave: Fitocromo. Luminosidade. Estatura de planta. Comprimento de raiz.

ARTICLE IV – EFFECT OF INITIAL COMPETITION ON THE DEVELOPMENT OF WHEAT SEEDLINGS (cv. FUNDACEP CRISTALINO), ITALIAN RYEGRASS (*Lolium multiflorum* Lam) AND WILD RADISH (*Raphanus sativus* L.)

ABSTRACT

The light appears to be one of the main elements by which plants compete. When there is the shading of a plant over the other, changes occur in the quality of the light radiation intercepted, triggering a series of changes in the morphology of plants affected. The objective of this study was to evaluate the effect of the initialism on the development and accumulation of dry mass of shoots and roots of wheat plants (cv. Fundacep Cristalino), Italian ryegrass (*Lolium multiflorum*) and radish (*Raphanus sativus*) grown under shade compared the behavior of plants grown in an environment free from the initial competition. Three experiments were conducted in a green-house of the Department of Agricultural Sciences and Environmental UFSM *Campus* of Frederico Westphalen, in the city of Frederico Westphalen, in the period from May to June 2013 to assess the effects of the initial competition for light between wheat (cv. Fundacep Cristalino and cv. BRS Guamirim), Italian ryegrass (*Lolium multiflorum*) and radish (*Raphanus sativus*) on the initial relative growth. The design of the three experiments was a completely randomized. Treatments in Experiment I were: wheat (cv. Fundacep Crystalline) competing for light radiation competing plants with Italian ryegrass, radish or wheat (cv. BRS Guamirim) as simulated competitor plant; Experiment II: Italian ryegrass under pressure from competition with plants wheat (cv. Fundacep Cristalino) and radish; Experiment III: radish under competition initial for solar radiation on wheat plants (cv. Fundacep Cristalino) and Italian ryegrass. All experiments had an additional treatment (control), where the main plant grown free initial interference. On the occasion of 15 DAS, the plants remained in competition, underwent an evaluation to determine the height, taking as a base the stem of each plant to the apex of the leaf are developed; root system length, measured from the seedling to collect coping root, stem diameter, measured at the seedling and collect, count the number of roots issued. The initial competition for light affected the morphological characteristics of wheat plants cv. Fundacep Cristalino, Italian ryegrass and radish, independent competitor species.

Keywords: Phytochrome. Luminosity. Plant height. Root length.

1 INTRODUÇÃO

Plantas que ocorrem num mesmo nicho ecológico estão sujeitas a diversas interações, diretas e indiretas. Dentre as interações diretas, a competição por radiação solar parece ser a de maior relevância, pois a radiação luminosa é “matéria-prima” para a atividade metabólica das plantas (ZANINE & SANTOS, 2004). Em condições de campo, quando a adubação dos cultivos for realizada corretamente, as plantas competem pela radiação luminosa, que passa a ser o elemento mais limitado no meio (AERTS, 1999 apud ZANINE & SANTOS, 2001 p.14).

Acredita-se que as plântulas ao se estabelecerem são capazes de regular a distribuição dos fotoassimilados de acordo com a qualidade de radiação interceptada (VIDAL & MEROTTO Jr., 2010). Deste modo, a presença de plantas “vizinhas” tende a forçar o crescimento da parte aérea, em busca da radiação luminosa, evitando deste modo um futuro sombreamento.

São múltiplos os estresses ocasionados nas plantas pela ocorrência da competição por recurso luminoso, dentre estes, alterações no sistema radicular e a redução da área de exploração deste, os quais são de suma importância, uma vez que está diretamente correlacionada às taxas de absorção de água e nutrientes. Para o trigo, Almeida & Mundstock (2001) verificaram que plantas que competiram por radiação luminosa apresentaram reduzido número de afilhos em comparação àquelas que não foram expostas a este tipo de interação. Valério et al. (2009) sugerem que a redução do número de afilhos em condições de competição por radiação luminosa esteja diretamente relacionada com a área foliar da planta, pois quando esta é reduzida, também diminui a disponibilidade de fotoassimilados e conseqüentemente, o afilhamento também é reduzido.

As alterações morfológicas e aquelas que ocorrem em detrimento da competição pela radiação luminosa na fase inicial de desenvolvimento das culturas, foram denominadas de “Síndrome de escape” (STOLLER & WOOLLEY, 1985; BALLARÉ et al., 1987; BALLARÉ et al., 1990). Recentemente, Vidal et al. (2008 apud VIDAL et al., 2012, p.469) discutiram e revisaram este conceito, citando o fenômeno como “Inicialismo”.

Em função da disputa inicial pela radiação luminosa, uma série de eventos são desencadeados e vários estímulos podem ser gerados pela presença de plantas vizinhas. Este desequilíbrio energético que ocorre nas plantas resulta em alongamento e redução do diâmetro de caule, redução do acúmulo de biomassa na parte aérea e radicular (AFIFI & SWANTON, 2011) e mudança na orientação das folhas (RAJCAN & SWANTON, 2004). No entanto, Ballaré & Casal (2000) enfatizam que os efeitos dos sinais de luz percebida pelos fotorreceptores pode ser diferente para a cultura e as plantas daninhas competidoras. Isso se explica pelo fato de a planta passar a investir sua energia no crescimento da parte aérea e o sistema radicular, conseqüentemente, apresenta redução sensível em seu crescimento e desenvolvimento (VIDAL & MEROTTO Jr., 2010), sendo uma das principais alterações morfológicas observadas o estiolamento do caule das plantas (MEROTTO Jr. et al., 2002; MEROTTO Jr. et al., 2009). Este sintoma pode ser compreendido como um mecanismo de escape e busca pela radiação luminosa de qualidade e quantidade suficiente para restabelecer o equilíbrio energético da planta.

A hipótese do estudo está alicerçada na redistribuição energética da planta e no desbalanço fisiológico e morfológico das plantas que competem por radiação luminosa, acreditando que plantas que venham a emergir em ambiente com possível sombreamento sejam menos competitivas que plantas cuja emergência ocorra em ambiente livre de competição. Deste modo, o objetivo do presente estudo foi avaliar o efeito sobre o desenvolvimento de plântulas de trigo quando emergidas na presença de plantas daninhas de azevém (*Lolium multiflorum*), nabo (*Raphanus sativus* L.) ou do próprio trigo como simulador de planta concorrente, comparando com quando emergidas em ambiente livre da competição inicial.

2 MATERIAL E MÉTODOS

Foram conduzidos três experimentos em casa-de-vegetação do Departamento de Ciências Agrônômicas e Ambientais da UFSM, *Campus* de Frederico Westphalen, no município de Frederico Westphalen, no período de maio a

junho de 2013. O delineamento experimental adotado foi inteiramente casualizado (DIC), sendo cada tratamento (Tabela 1) composto por quatro repetições. As unidades experimentais foram representadas por vasos plásticos com capacidade de 6L cujo centro foi ocupado por copo plástico com capacidade de 500 mL, ambos preenchidos com substrato agrícola (Tecnomax®).

Tabela 1 – Tratamentos adotados na condução do experimento de competição inicial por radiação luminosa. UFSM, *Campus* de Frederico Westphalen – RS, 2013.

Tratamento	Planta	Competidor
Experimento I		
1	Trigo (cv. Fundacep Cristalino)	Azevém
2	Trigo (cv. Fundacep Cristalino)	Nabo
3	Trigo (cv. Fundacep Cristalino)	Trigo (cv. BRS Guamirim)
4	Trigo (cv. Fundacep Cristalino)	Testemunha (sem competição)
Experimento II		
1	Azevém	Trigo (cv. Fundacep Cristalino)
2	Azevém	Nabo
3	Azevém	Testemunha (sem competição)
Experimento III		
1	Nabo	Trigo (cv. Fundacep Cristalino)
2	Nabo	Azevém
3	Nabo	Testemunha (sem competição)

Para simular a competição inicial pela radiação luminosa, foram semeadas como plantas competidoras as cultivares de trigo, azevém ou nabo no entorno do vaso plástico, de acordo com o tratamento em questão (Tabela 1). Em função de apresentar lento desenvolvimento inicial, o azevém quando planta competidora foi semeado 14 dias antes da implantação da planta do centro do vaso, sendo o trigo e o nabo instalados 7 dias antes. O fornecimento de água durante o período inicial do experimento foi limitada à área do vaso onde foram semeadas as plantas responsáveis pela competição, uma vez que os copos não apresentavam orifícios de drenagem, visando o isolamento de possível competição radicular por água e nutrientes entre as plantas.

Ao centro do vaso plástico (6L) foi acondicionado um copo plástico (500 mL) onde foram semeadas as plantas de trigo, cv. Fundacep Cristalino ou as daninhas azevém ou nabo, conforme Tabela 1. Antes de serem transplantadas aos copos plásticos, as sementes foram pré-germinadas em estufa BOD à temperatura constante de 20°C e fotoperíodo de 12/12 h dia/noite, permanecendo embebidas em água destilada por 24 horas. Antes da emissão da radícula, as sementes foram transplantadas para os copos plásticos, sendo depositadas a cerca de 2 cm de profundidade e cobertas com substrato, onde permaneceram até os 15 dias após a semeadura (DAS) (Figura 1).



Figura 1 – Modelo de condução do experimento de competição inicial por radiação luminosa, 15 dias após a semeadura. A) Trigo (cv. Fundacep Cristalino) com azevém como planta competidora (esquerda) e testemunha (direita); B) Trigo (cv. Fundacep Cristalino) com nabo como planta competidora (esquerda) e testemunha (direita). UFSM, *Campus* de Frederico Westphalen – RS, 2013.

Por ocasião dos 15 DAS foi realizada a coleta das plantas alocadas nos copos plásticos, sendo submetidas às seguintes avaliações: determinação da estatura, tomando-se por base o colo da planta até o ápice da folha mais desenvolvida; comprimento do sistema radicular, medido do coleto da plântula até a coifa da raiz; diâmetro de caule, medido no coleto da plântula com paquímetro e; contagem do número de raízes emitidas. Posteriormente, as plantas coletadas

foram acondicionadas em sacos de papel e depositados em estufa, sendo mantidas sob temperatura constante de cerca de 60°C até que atingissem peso constante, quando foram pesadas com auxílio de balança de precisão.

Os dados coletados foram submetidos à análise de homocedasticidade, onde foi realizada a verificação da homogeneidade da variância utilizando-se os testes de Bartlett, Levene e Brown-Forsythe; havendo necessidade, foram realizadas transformações dos dados. Na sequências, os dados foram submetidos à análise de variância pelo teste F e havendo significância estatística, foram comparados pelo teste de Duncan, a 5% de probabilidade do erro.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para o Experimento I, o trigo (cv. Fundacep Cristalino) quando permaneceu sob competição inicial por radiação luminosa até os 15 DAS com azevém, apresentou estatura de planta mais elevada do que quando sem competição, ou seja, uma diferença de 36% (Tabela 2). Para os tratamentos em que o trigo competiu com nabo e com trigo cv. BRS Guamirim como simulador de planta concorrente, o comportamento observado foi intermediário, sendo que ambos não diferiram do tratamento com maior e menor estatura no período avaliado (Tabela 2).

Para a variável comprimento de raízes, observa-se que o tratamento livre de competição inicial por radiação luminosa apresentou estatisticamente o maior comprimento do sistema radicular (35,97 cm) e o tratamento em que o trigo cv. Fundacep Cristalino permaneceu sob competição inicial com trigo simulador de planta concorrente, houve redução sensível no desenvolvimento radicular, cerca de 28% a menos em relação ao tratamento livre de competição. Para os tratamentos em que Fundacep Cristalino cresceu na presença de plantas de nabo e azevém, o comprimento do sistema radicular apresentou valores intermediários, 32,67 e 30,10 cm, respectivamente (Tabela 2).

Quando comparada a relação entre o comprimento da parte aérea (estatura) e o comprimento do sistema radicular, observa-se que Fundacep Cristalino apresentou menor relação quando foi isenta da competição inicial com “vizinhos”

(0,46). Por outro lado, as maiores relações foram obtidas quando a cultivar fora mantida em competição inicial com plantas de trigo simulador de planta concorrente (0,72) e de azevém (0,71) (Tabela 2).

Tabela 2 – Estatura (cm), comprimento de raízes (cm) e relação parte aérea e sistema radicular de trigo (cv. Fundacep Cristalino) sob competição com plantas de azevém, nabo, trigo (cv. BRS Guamirim) ou ausência de competição até 15 dias após a semeadura (DAS). UFSM, *Campus de Frederico Westphalen*– RS, 2013.

Competição	Estatura	Comprimento de raízes	Relação parte aérea/sistema radicular
Azevém	21,38 a ¹	30,10 bc	0,71 a
Nabo	18,13 ab	32,67 ab	0,58 b
Trigo	18,43 ab	26,00 c	0,72 a
Sem competição	15,68 b	35,97 a	0,46 c
Média	18,40	31,10	0,63
C.V. (%) ²	5,05	7,98	10,03

¹ Médias seguidas por mesma letra na coluna, não diferem entre si pelo Teste de Duncan, ao nível de 5% de probabilidade de erro.

² Coeficiente de variação.

Quando o trigo cv. Fundacep Cristalino permaneceu sob interferência de plantas competidoras por um período de 15 DAS, independente da espécie, houveram alterações significativas quanto ao crescimento da parte aérea e comprimento do sistema radicular. Tais resultados corroboram com Vidal & Merotto Jr. (2010) que afirmam que as plantas são capazes de “perceber” a presença de plantas vizinhas em sua fase inicial de desenvolvimento e redirecionar o fluxo de fotoassimilados em função da qualidade de radiação luminosa interceptada pelas plântulas. Corroboram ainda, com as observações de Merotto Jr. et al. (2002) onde o incremento na estatura de plantas é atribuída como mecanismo “fuga” da cultura da condição de baixa qualidade luminosa, conforme observou-se quando o trigo cresceu na presença de “vizinhos” como azevém, nabo ou trigo como simulador de planta competidora (cv. BRS Guamirim).

Os estímulos desencadeados nas plantas evitando um futuro sombreamento de acordo com Merotto Jr. et al. (2009), fazem com que o crescimento das plantas

passa a ser continuamente ajustado, prevenindo estresses que possam vir a ser causados pela competição. Quando há alterações na dinâmica de crescimento das plantas em detrimento da competição por radiação luminosa gerada pela baixa qualidade da luminosidade interceptada, alterações sobre a dominância apical ocorrem. Quanto estas alterações ocorrem na fase de estabelecimento das plantas, afetam precocemente o desenvolvimento de órgãos laterais (ZANINE & SANTOS, 2004), tais como número de afilhos em trigo (VALÉRIO et al., 2009).

A reduzida capacidade de competição por radiação luminosa das culturas com plantas daninhas pode estar intimamente relacionada com a reduzida plasticidade fotomorfogênica das culturas, sendo que os efeitos são agravados quando ambas as espécies apresentarem semelhança fisiológica e morfológica (Ballaré & Casal, 2000). Desta forma, acredita-se ainda, que quanto mais próximas fisiologicamente as plantas, maior seria a interferência negativa ou competição entre as mesmas. Isso foi evidente para Fundacep Cristalino, que sofreu maiores danos quando em interação com azevém ou plantas simuladoras de competição de trigo, cv. BRS Guamirim.

Ao contrário do que foi observado neste trabalho, o arroz irrigado quando mantido sob competição inicial (30 DAE) por radiação luminosa com a planta daninha arroz-vermelho, não apresentou diferenças significativas quanto ao comprimento de raiz comparativamente ao tratamento em que a cultura cresceu livre da interferência (DE LIMA et al., 2013).

A cultivar de trigo Fundacep Cristalino apresentou comportamento indiferente para as variáveis diâmetro de caule e número de raízes, independente da presença de plantas competidoras ou sem o efeito de competição (dados não apresentados).

Apesar das diferenças significativas entre os tratamentos observadas para a variável estatura no presente estudo (Tabela 2), o acúmulo de MSPA não foi afetado, não sendo observada diferença estatística entre os tratamentos simuladores de competição inicial e o tratamento testemunha (Tabela 3). Por outro lado, o efeito da competição foi significativo para a variável MSSR, onde o tratamento livre de competição inicial apresentou maior acúmulo (27,30 mg planta⁻¹) para a variável, representando o tratamento estatisticamente superior aos demais. O tratamento com menor acúmulo de MSSR (16,27 mg planta⁻¹) foi observado quando o trigo cresceu na presença de plantas de trigo da cultivar BRS Guamirim,

simuladora de planta concorrente. Os tratamentos azevém (26,08 mg planta⁻¹) e nabo (19,98 mg planta⁻¹) apresentaram desempenho intermediário, no entanto, sem diferir estatisticamente entre si e dos tratamentos superior e inferior, respectivamente (Tabela 3).

Para a relação entre o acúmulo de MSPA e o acúmulo de MSSR, observa-se que a maior relação foi para o tratamento em que a cultivar de trigo Fundacep Cristalino cresceu na presença de plantas de trigo cv. BRS Guamirim. Comportamento intermediário foi observado para o tratamento em que o trigo competiu com o nabo, sem, no entanto, diferir do tratamento superior. O tratamento que permaneceu livre de competição também assumiu desempenho intermediário, sem diferir do tratamento nabo e do tratamento azevém, que apresentou a menor relação MSPA/MSSR (Tabela 3).

Tabela 3 – Massa seca de parte aérea (MSPA) (mg planta⁻¹), massa seca de sistema radicular (MSSR) (mg planta⁻¹) e relação MSPA e MSSR de trigo (cv. Fundacep Cristalino) sob competição com plantas de azevém, nabo, trigo (cv. BRS Guamirim) ou ausência de competição até 15 dias após a semeadura (DAS). UFSM, *Campus* de Frederico Westphalen – RS, 2013.

Competição	MSPA	MSSR	Relação MSPA/MSSR
Azevém	27,58 ^{ns}	26,08 ab ¹	0,93 c
Nabo	26,53	19,98 bc	1,36 ab
Trigo	21,83	16,27 c	1,43 a
Sem competição	27,40	27,30 a	1,01 bc
Média	26,01	22,49	1,18
C.V. (%) ²	8,90	18,17	16,90

^{ns} Não significativo pelo teste de Duncan, a 5% de probabilidade de erro.

¹ Médias seguidas por mesma letra na coluna, não diferem entre si pelo Teste de Duncan, ao nível de 5% de probabilidade de erro.

² Coeficiente de variação.

^{ns} Não significativo pelo Teste de Duncan ao nível de 5% de probabilidade de erro, na coluna.

Plantas de milho mantidas sob competição por radiação luminosa com plantas de *Lolium perenne* apresentaram menor abertura estomática quando comparadas com aquelas mantidas livres da competição (AFIFI & SWANTON,

2012). Como consequência do estresse ocorrido, há aumento na concentração de H_2O_2 em nível celular, afetando a dinâmica de K^+ e do potencial osmótico das células-guarda, favorecendo o fechamento dos estômatos. Portanto, a redução da radiação luminosa incidente estimula o fechamento dos estômatos (TAIZ & ZEIGER, 2004) e, com isso, ocorre redução na taxa fotossintética da planta e menor acúmulo de massa seca.

Para o Experimento II, observa-se que o efeito da competição inicial por radiação luminosa causada por plantas de trigo (cv. Fundacep Cristalino) e de nabo, resultou em aumento significativo da estatura do azevém, comparativamente ao tratamento em que a planta foi mantida livre da competição inicial (Tabela 4). Quando o azevém permaneceu livre da interferência inicial, apresentou superioridade estatística quanto ao comprimento de raiz (18,58 cm), enquanto que na condição de competição com trigo, o azevém apresentou redução para a variável, em torno de 19%. Quando crescido sob competição com nabo, o azevém apresentou valor intermediário para o comprimento de raízes (Tabela 4).

Quando crescido sob interferência da cultivar de trigo Fundacep Cristalino, o azevém apresentou a maior relação entre o comprimento da parte aérea e do sistema radicular. Por sua vez, o tratamento livre da competição, apresentou a menor relação; e quando crescido na presença de plantas de nabo, a relação foi intermediária (Tabela 4).

A exemplo do que foi observado, Rajcan & Swanton (2001) afirmam que quando as plantas recebem estímulos oriundos da competição inicial por radiação luminosa, há um dispêndio energético desregulado, podendo comprometer o desenvolvimento das plantas em desvantagem. Os autores afirmam ainda que as plantas livres de competição investem boa parte dos fotoassimilados no desenvolvimento radicular, no entanto, quando em condição de competição por radiação luminosa, a planta passa a redirecionar a maior parte dos fotoassimilados para o crescimento da parte aérea. Deste modo, o azevém direcionou maior investimento para o crescimento em estatura em equilíbrio com o comprimento de raízes quando na presença de competidores, diferentemente de quando esteve sozinho quando apresentou maior comprimento radicular do que parte aérea.

Tabela 4 – Estatura (cm), comprimento de raízes (cm) e relação parte aérea e sistema radicular de azevém sob competição com plantas de trigo (cv. Fundacep Cristalino), nabo ou ausência de competição até 15 dias após a semeadura (DAS). UFSM, *Campus* de Frederico Westphalen – RS, 2013.

Competição	Estatura	Comprimento de raízes	Relação parte aérea/sistema radicular
Trigo	10,58 a ¹	12,81 c	0,83 a
Nabo	11,00 a	15,03 b	0,71 b
Sem competição	8,00 b	18,58 a	0,43 c
Média	9,86	15,51	0,65
C.V. (%) ²	7,83	6,99	4,93

¹ Médias seguidas por mesma letra na coluna, não diferem entre si pelo Teste de Duncan, ao nível de 5% de probabilidade de erro.

² Coeficiente de variação.

Para o diâmetro de caule, o azevém não apresentou diferença significativa independente da presença de plantas competidoras ou sem o efeito de competição (Tabela 5). E para a variável número de raízes, o azevém que permaneceu sem a interferência ou sob interferência pelo nabo, não diferiram entre si, apresentando, em média 3,50 e 3,00 raízes, respectivamente. No entanto, quando mantido sob interferência da cultivar de trigo Fundacep Cristalino, houve redução significativa do número de raízes, quando foi observada em média 1,50 raízes por planta de azevém (Tabela 5).

Na Tabela 5 são observadas alterações significativas no número de raízes para o azevém quando este foi cultivado na presença do trigo Fundacep Cristalino. Este comportamento é observado quando a qualidade da radiação luminosa interceptada pelas plantas é afetada e de acordo com Afifi & Swanton (2011), nestas condições, ocorrem alterações em nível de sistema radicular, podendo este sofrer alterações funcionais a ponto de afetar a sua longevidade e a habilidade da plântula em explorar o solo e captar água e nutrientes.

Tabela 5 – Diâmetro de caule (mm) e número de raízes de azevém sob competição com plantas de trigo (cv. Fundacep Cristalino), nabo ou ausência de competição até 15 dias após a semeadura (DAS). UFSM, *Campus* de Frederico Westphalen– RS, 2013.

Competição	Diâmetro de caule	Número de raízes
Trigo	9,50 ^{ns}	1,50 b ¹
Nabo	10,00	3,00 a
Sem competição	9,50	3,50 a
Média	9,67	2,67
CV. (%) ²	7,83	25,00

¹ Médias seguidas por mesma letra na coluna, não diferem entre si pelo Teste de Duncan, ao nível de 5% de probabilidade de erro.

² Coeficiente de variação.

^{ns} Não significativo pelo Teste de Duncan ao nível de 5% de probabilidade de erro, na coluna.

Quanto ao acúmulo de MSPA, quando o azevém foi mantido sob competição inicial com nabo, foi observado um incremento de aproximado de 172% quando comparado à testemunha sem competidores (Tabela 6). Para o tratamento em que o azevém competiu com trigo, o acúmulo de MSPA foi 45% superior à testemunha.

Para a variável MSSR assim como para MSPA, o maior acúmulo para o azevém foi observado quando este conviveu com nabo (Tabela 6). Quando o azevém permaneceu livre da competição inicial, o acúmulo de MSSR não diferiu do acumulado quando em convivência inicial com plantas de trigo cv. Fundacep Cristalino (Tabela 6).

A maior relação entre o acúmulo de MSPA e o acúmulo de MSSR foi observado quando o azevém conviveu na fase inicial com plantas de trigo cv. Fundacep Cristalino (1,85), sem diferir, no entanto, do tratamento em que permaneceu livre da competição inicial (1,53), que representa o tratamento com desempenho intermediário. A menor relação entre o acúmulo de MSPA e MSSR foi observado para o tratamento em que o azevém foi mantido em interação com plantas de nabo em sua fase inicial de desenvolvimento, entretanto, sem diferir do tratamento intermediário (Tabela 6).

Tabela 6 – Massa seca de parte aérea (MSPA) (mg planta^{-1}), massa seca de sistema radicular (MSSR) (mg planta^{-1}) e relação MSPA e MSSR de azevém sob competição com plantas de trigo (cv. Fundacep Cristalino), nabo ou ausência de competição até 15 dias após a semeadura (DAS). UFSM, *Campus* de Frederico Westphalen – RS, 2013.

Competição	MSPA	MSSR	Relação MSPA/MSSR
Trigo	2,17 b ¹	1,30 b	1,85 a
Nabo	4,08 a	3,65 a	1,17 b
Sem competição	1,50 c	0,99 b	1,53 ab
Média	2,62	2,04	1,49
C.V. (%) ²	11,25	16,22	36,15

¹ Médias seguidas por mesma letra na coluna, não diferem entre si pelo Teste de Duncan, ao nível de 5% de probabilidade de erro.

² Coeficiente de variação.

Os maiores acúmulos de MSPA e de MSSR em condição de competição ou presença de competidores pode ser um indicativo de que o azevém apresenta alguma vantagem adaptativa. Para Castro & Garcia (1996), quando uma planta se encontra em situação de competição e esta consegue, mesmo assim, assimilar CO_2 e utilizar o mesmo no processo de fotossíntese e aumentar sua área foliar e estatura, alterando suas características de acordo com as condições encontradas no ambiente, tal genótipo possui grande vantagem adaptativa por apresentar plasticidade.

Para o experimento III, quando cultivado na condição sem competição, o nabo apresentou estatura reduzida (1,93 cm), apresentando-se estatisticamente inferior aos demais tratamentos (Tabela 7). A maior estatura para o nabo foi observada quando este conviveu com plantas da cultivar de trigo Fundacep Cristalino (5,90 cm).

Para a variável comprimento de raízes, o menor comprimento foi apresentado pelo nabo quando este esteve na presença de trigo (13,10 cm), cerca de 14,83 cm inferior à média dos tratamentos em que o nabo conviveu com azevém (26,33 cm) e na condição sem competição (29,53 cm), não diferindo estatisticamente entre si (Tabela 7).

Quando o nabo foi mantido sem competição este apresentou uma relação entre parte aérea e sistema radicular de 0,07, consistindo no tratamento com menor relação (Tabela 7). Por outro lado, quando mantido sob interferência de Fundacep Cristalino, o nabo apresentou relação equivalente à 0,45, estatisticamente superior aos demais.

Tabela 7 – Estatura (cm), comprimento de raízes (cm) e relação parte aérea e sistema radicular de nabo sob competição com plantas de trigo (cv. Fundacep Cristalino), azevém ou ausência de competição até os 15 dias após a semeadura (DAS). UFSM, *Campus* de Frederico Westphalen– RS, 2013.

Competição	Estatura	Comprimento de raízes	Relação parte aérea/sistema radicular
Trigo	5,90 a ¹	13,10 b	0,45 a
Azevém	4,18 b	26,33 a	0,19 b
Sem competição	1,93 c	29,53 a	0,07 c
Média	3,83	23,64	0,22
CV (%) ²	11,81	6,53	18,27

¹ Médias seguidas por mesma letra na coluna, não diferem entre si pelo Teste de Duncan, ao nível de 5% de probabilidade de erro.

² Coeficiente de variação.

Para a variável diâmetro de caule, o nabo apresentou diferenças significativas entre os tratamentos (Tabela 8), o que não pode ser observado para cultivar de trigo Fundacep Cristalino (dados não apresentados) e para o azevém (Tabela 5), que se mostraram indiferentes à competição para esta característica. Quando o nabo foi mantido livre da presença de competidores ou em interação com plantas de azevém, o diâmetro do caule foi estatisticamente superior ao diâmetro observado para a condição em que o nabo permaneceu com plantas de trigo, cv. Fundacep Cristalino (Tabela 8).

Para a variável MSPA, o maior acúmulo para o nabo foi verificado quando este foi mantido sob interação inicial com o azevém (67,48 mg planta⁻¹), sendo este tratamento estatisticamente superior à condição livre de interferência (41,30 mg

planta⁻¹) e sob interferência da cultivar de trigo Fundacep Cristalino (31,87 mg planta⁻¹) (Tabela 8).

O maior acúmulo de MSSR foi observado quando o nabo foi mantido sem competição inicial por radiação luminosa (14,00 mg planta⁻¹), cerca de 88 e 51% a mais que a MSSR quando na presença de trigo e de azevém, respectivamente (Tabela 8).

Quanto à relação entre a MSPA e a MSSR, o tratamento que proporcionou maior valor para o nabo, foi quando este competiu em sua fase inicial com plantas de azevém (7,01). O tratamento que apresentou menor relação entre as variáveis foi quando o nabo permaneceu sem competição (2,99), sendo este, estatisticamente inferior aos demais tratamentos (Tabela 8).

Tabela 8 – Diâmetro do caule (mm), massa seca de parte aérea (MSPA) (mg planta⁻¹), massa seca de sistema radicular (MSSR) (mg planta⁻¹) e relação MSPA e MSSR de nabo sob competição com plantas de trigo (cv. Fundacep Cristalino), azevém ou ausência de competição até 15 dias após a semeadura (DAS). UFSM, *Campus* de Frederico Westphalen – RS, 2013.

Competição	Diâmetro do caule	MSPA	MSSR	MSPA/MSSR
Trigo	15,00 b ¹	31,87 b	7,43 b	4,23 b
Azevém	20,25 a	67,48 a	9,27 b	7,01 a
Sem competição	21,75 a	41,30 b	14,00 a	2,99 c
Média	19,36	48,94	9,95	4,76
C.V. (%) ²	7,64	5,29	8,23	10,36

¹ Médias seguidas por mesma letra na coluna, não diferem entre si pelo Teste de Duncan, ao nível de 5% de probabilidade de erro.

² Coeficiente de variação.

Quando as plantas são expostas à condições que predizem a competição por radiação luminosa, o padrão da distribuição de fotoassimilados é alterado antes mesmo que a taxa fotossíntese seja reduzida pelo sombreamento, efetivamente (BALLARÉ & CASAL, 2000). Isso pode ser entendido como uma estratégia de busca por uma condição de interceptação luminosa direta e se antecipar à condição de competição extrema pelo recurso luminoso. Embora o crescimento do caule e o

acúmulo de matéria seca possam ser correlacionados, as alterações na distribuição da matéria seca não são simples resultado do alongamento do caule, mas possivelmente incluem alterações na fixação de carbono (BALLARÉ & CASAL, 2000).

4 CONCLUSÕES

Plantas de trigo, azevém e nabo são capazes de perceber a presença de plantas vizinhas competidoras em estádios iniciais de desenvolvimento, alterando características morfológicas como aumento da estatura de planta em detrimento do comprimento radicular.

A convivência inicial do trigo cv. Fundacep Cristalino é mais afetada pela presença de plantas de trigo, cv. BRS Guamirim como simuladora de planta concorrente, com redução do desenvolvimento radicular.

REFERÊNCIAS

AFIFI, M. & SWANTON, C. Maize seed and stem roots differ in response to neighbouring weeds. **Weed Research**, v.51, n.5, p.442-450, 2011.

AFIFI, M. & SWANTON, C. Early physiological mechanisms of weed competition. **Weed Science**, v.60, n.X, p.542-551, 2012.

ALMEIDA, M. L. & MUNDSTOCK, C. M. A qualidade da luz afeta o afilhamento em plantas de trigo, quando cultivadas sob competição. **Ciência Rural**, v.31, n.3, p.401-408, 2001.

BALLARÉ C. L. et al. Early detection of neighbor plants by phytochrome perception of spectral changes in reflected sunlight. **Plant, Cell and Environment**, v.10, p.551-557, 1987.

BALLARÉ C. L.; SCOPEL, A. L.; SÁNCHEZ, R. A. Far-red radiation reflected from adjacent leaves: an early signal of competition in plant canopies. **Science**, v. 247, p.329-332, 1990.

CASTRO, C. R. T.; GARCIA, R. Competição entre plantas com ênfase no recurso luz. **Ciência Rural**, v.26, n.1, p.167-174, 1996.

DE LIMA, A. M. et al. Influência da competição por luz no desenvolvimento de raízes de plântulas de arroz em competição com arroz vermelho e diferentes temperaturas. In: Congresso Brasileiro de Arroz Irrigado, 8., 2013, Santa Maria – RS. **Anais...** Porto Alegre, Sociedade Sul-Brasileira do Arroz Irrigado, 2013.

MEROTTO Jr., A.; FISCHER, A.J.; VIDAL, R.A. Perspectives for using light quality knowledge as an advanced ecophysiological weed management tool. **Planta Daninha**, v.27, n.2, p.407-419, 2009.

MEROTTO Jr. A. et al. Interferência das plantas daninhas sobre o desenvolvimento inicial de plantas de soja e arroz através da qualidade da luz. **Planta Daninha**, v.20, n.1, p.9-16, 2002.

RAJCAN, I. & SWANTON, C. L. Red-far-red ratio of reflected light: a hypothesis of why early-season weed control is important in corn. **Weed Science**, v.52, p.774-778, 2004.

RAJCAN, I. & SWANTON, C. L. Understanding maize-weed competition: resource competition, light quality and the whole plant. **Field Crop Research**, v.71, n.2, p.139-150, 2001.

STOLLER, E. W. & WOOLLEY, J. T. Competition for light by broadleaf weeds in soybeans (*Glycine max*). **Weed Science**, v.33, n.2, p.199-202, 1985.

TAIZ, L. & ZEIGER, E. Capítulo 18 – Respostas à luz: movimentos estomáticos e morfogênese. In: **Fisiologia vegetal**. Porto Alegre: Artmed, p.505-526, 2004.

VALÉRIO, I. P. et al. Fatores relacionados à produção e desenvolvimento de afillhos em trigo. **Semina: Ciências Agrárias**, v.30, n.1, p.1207-1218, 2009.

VIDAL, R. A. et al. Initialism as a mechanism of weed interference: can a crop plant be blinded? **Planta Daninha**, v.30, n.3, p.469-475, 2012.

VIDAL, R. A. & MEROTTO Jr., A. Capítulo 2 – Inicialismo. In: VIDAL, R. (Ed). **Interação Negativa entre Plantas: Inicialismo, Alelopatia e Competição**. 1. ed. Porto Alegre: Evangraf, p.33-49, 2010.

ZANINE, A.M.; SANTOS, E. M. Competição entre espécies de plantas – uma revisão. **Revista da FZVA**, v.11, n.1, p.10-30, 2004.

DISCUSSÃO GERAL

A habilidade competitiva das plantas cultivadas apresenta-se como importante estratégia de manejo de plantas daninhas, haja vista a crescente problemática da resistência de plantas daninhas aos principais herbicidas utilizados nos cultivos. A associação de características de planta como estatura de planta mediana e ciclo precoce como aquelas apresentadas no presente estudo pela cultivar de trigo Fundacep Cristalino, associada à elevada área foliar e produção de massa seca da parte aérea e radicular, bom vigor de sementes (Artigo I) e rápido fechamento da entre linha (Artigo II), são características de grande relevância. Mesmo não havendo significância estatística para a variável ICA, em valor absoluto Fundacep Cristalino foi superior às demais cultivares (BRS Guamirim, BRS 296 e Fundacep Raízes), apresentando também, na média, o rendimento de grãos mais elevado (Artigo II).

A capacidade de bom crescimento de Fundacep Cristalino também permitiu que a mesma competisse com as plantas de azevém afetando o desenvolvimento das mesmas (Artigo III). A capacidade de tolerar a competição é interessante do ponto de vista da habilidade competitiva, mas a capacidade de suprimir o desenvolvimento da espécie daninha também pode ser bastante vantajoso. Na média, entre as duas espécies daninhas avaliadas, o nabo foi aquela que mais impactou o rendimento de grãos das cultivares de trigo (Artigo II), porém quando avaliada a competitividade relativa, Fundacep Cristalino tolerou a competição do nabo, sendo mais competitiva que o azevém (Artigo III).

A radiação luminosa parece ser o principal elemento pelo qual as plantas competem, o estabelecimento da cultura livre da competição parece ser de suma importância. Quando os cultivos se estabelecem sob pressão de competição por luminosidade, a baixa qualidade da radiação interceptada, desencadeia uma série de alterações morfológicas, como o estiolamento ou crescimento excessivo da parte aérea. No entanto, pouco ainda se sabe sobre as interferências geradas em nível celular e quais os danos causados às células vegetais e aos mecanismos de defesa e fisiológicos das plantas.

Diversos trabalhos de pesquisa relatados na presente dissertação tiveram o intuito de estudar as interações cultura/planta daninha, no entanto, a base da grande maioria deste é buscar esclarecimentos a cerca de alterações na morfologia e no rendimento da cultura. Há outros também, que tiveram por objetivo gerar bases para o melhoramento genético, a fim de selecionar indivíduos que tivessem suas características morfológicas e rendimento originais mantidos, mesmo sob interferência de plantas daninhas. Certamente, estes estudos são de grande relevância, pois possibilitaram que se obtivesse maior conhecimento a cerca do manejo adequado para cultura e os prejuízos passíveis de ocorrerem caso o controle não fosse efetuado no momento ou de modo adequados. No entanto, os reflexos e alterações que ocorrem internamente às plantas submetidas às condições de competição, ainda precisam ser elucidados e estudados.

As plantas cultivadas respondem de modo diferenciado às espécies daninhas que ocorrem em seu meio. Deste modo, verifica-se que o trigo prefere competir com uma planta de azevém, cujo crescimento inicial é lento, a conviver com outra planta de trigo. Tal comportamento foi observado através das variáveis MSPA (Artigo III) e comprimento de raízes, MSSR e MSPA/MSSR no Artigo IV. Assim, observa-se que quando o trigo (cv. Fundacep Cristalino) compete com o próprio trigo (cv. BRS Guamirim) como simulador de planta concorrente, Fundacep Cristalino apresenta maior média por planta para a variável quando em menor população que a cv. BRS Guamirim, como simuladora de planta competidora (Artigo III, Tabela 5).

Como já dito anteriormente, com a crescente evolução de casos de plantas daninhas resistentes aos herbicidas juntamente com a preocupação ambiental com o uso de agrotóxicos, tornam-se interessantes estudos que priorizem investigar características em plantas cultivadas que as tornem mais competitivas com as plantas daninhas. Estes estudos são fundamentais para a prática do manejo integrado de plantas daninhas e devem ser conduzidos nas mais diferentes regiões tritícolas possíveis, visando avaliar nestes locais a expressão do potencial competitivo de cada material, o qual pode vir a ser alterado em função de clima e das próprias espécies daninhas ocorrentes. As consequências das alterações morfofisiológicas ocorridas durante a competição em estádios iniciais entre plantas daninhas e o trigo (Artigo IV), requerem maiores investigações e essas também em condições de campo.

CONCLUSÕES

Características em plantas de trigo como elevado vigor de sementes, elevadas área foliar e estatura de planta, associados ao rápido fechamento das entre linhas e acúmulo de massa seca, indicam habilidade competitiva superior com plantas daninhas de azevém e nabo e são encontradas na cultivar Fundacep Cristalino, de ciclo precoce e estatura mediana.

A convivência das cultivares de trigo BRS Guamirim (precoce e porte baixo), BRS 296 (precoce e porte médio), Fundacep Cristalino (precoce e porte médio) e Fundacep Raízes (média e porte médio) com plantas de nabo na população média de 30 plantas m⁻² durante todo o ciclo de desenvolvimento, não afeta a qualidade fisiológica dos grãos, mas reduz o rendimento quando comparado ao azevém, na população média de 50 plantas m⁻².

A competição por radiação luminosa entre plantas de azevém, nabo e trigo em estádios precoces do desenvolvimento afeta características morfológicas com incremento da parte aérea das plantas em detrimento da redução do desenvolvimento radicular.

REFERÊNCIAS

AFIFI, M. & SWANTON, C. Maize seed and stem roots differ in response to neighbouring weeds. **Weed Research**, v.51, n.5, p.442-450, 2011.

AGOSTINETTO, D. et al. Perdas de rendimento de grãos na cultura do arroz irrigado em função da população de plantas e de época relativa de emergência de arroz-vermelho ou de seu genótipo simulador de infestação de arroz-vermelho. **Planta Daninha**, v.22, n.2, p.175-183, 2004.

AGOSTINETTO, D. et al. Período crítico de competição de plantas daninhas com a cultura do trigo. **Planta Daninha**, v.26, n.2, p.271-278, 2008.

ALMEIDA, M. L. & MUNDSTOCK, C. M. A qualidade da luz afeta o afilhamento em plantas de trigo, quando cultivadas sob competição. **Ciência Rural**, v.31, n.3, p.401-408, 2001.

BALBINOT Jr., A.A. et al. Características de plantas de arroz e a habilidade competitiva com plantas daninhas. **Planta Daninha**, v.21, n.2, p.165-174, 2003.

BALLARÉ, C. L. & CASAL, J. J. Light signals perceived by crop and weeds plants. **Field Crops Research**, v.67, n.2, p.149-160, 2000.

BALLARÉ C. L. et al. Early detection of neighbor plants by phytochrome perception of spectral changes in reflected sunlight. **Plant, Cell and Environment**, v.10, p.551-557, 1987.

BALLARÉ C. L.; SCOPEL, A. L.; SÁNCHEZ, R. A. Far-red radiation reflected from adjacent leaves: an early signal of competition in plant canopies. **Science**, v.247, p.329-332, 1990.

BIANCHI, M.A. A.; FLECK, N. G.; LAMEGO, F. P. Proporção entre plantas de soja e plantas competidoras e as relações de interferência mútua. **Ciência Rural**, v.36, n.5, p. 1380-1387, 2006.

BIANCHI, M. A. et al. Papéis do arranjo de plantas e do cultivar de soja no resultado da interferência com plantas competidoras. **Planta Daninha**, v.28, n.especial, p.979-991, 2010.

CASTRO, C.R.; GARCIA, R. Competição entre plantas com ênfase no recurso luz. **Ciência Rural**, v.26, n.1, p.167-174, 1996.

Companhia Nacional de Abastecimento - CONAB. **Acompanhamento de safra brasileira: grãos, safra 2011/12. Sexto levantamento. Publicação Mensal. Brasília: Conab, março, 2012.**

Companhia Nacional de Abastecimento - CONAB. **Acompanhamento de safra brasileira: grãos, safra 2012/13. Quarto levantamento. Publicação Mensal. Brasília: Conab, janeiro, 2013.**

CUNHA, G.R. et al. **Trigo**. In: Agrometeorologia dos cultivos. 1ª edição, Brasília – DF, 2009. Cap.16.

FLECK, N.G. Competição de azevém (*Lolium multiflorum* L.) com duas cultivares de trigo. **Planta Daninha**, v.3, n.2, p.61-67, 1980.

FLECK, N.G. et al. Interferência de *Raphanus sativus* sobre cultivares de soja durante a fase vegetativa de desenvolvimento da cultura. **Planta Daninha**, v.24, n.3, p.425-434, 2006.

FLECK, N.G. et al. Associação de características de planta em cultivares de aveia com habilidade competitiva. **Planta Daninha**, v.27, n.2, p.211-220, 2009.

HASHEM, A.; RADOSEVICH, S.R.; ROUSH, M.L. Effect of proximity factors on competition between winter wheat (*Triticum aestivum*) and Italian ryegrass (*Lolium multiflorum*). **Weed Science**, v.46, n.2, p.181-190, 1998.

IBGE. **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**: Indicadores – Levantamento sistemático da produção agrícola. Safra 2011. Disponível em:<<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em: 19 de abril 2012.

IBGE. **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**: Indicadores – Estatística da produção agrícola. Safra 2011. Disponível em:<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/agropecuaria/lspa/estProdAgr_201301.pdf>. Acesso em: 05 de fevereiro de 2013.

JANNINK, J.L. et al. Index selection for weed suppressive ability in soybean. **Crop Science**, Madison, v.40, n.4, p.1087-1094, 2000.

LAMEGO, F.P. et al. Tolerância à interferência de plantas competidoras e habilidade de supressão por cultivares de soja—I. Resposta de variáveis de crescimento. **Planta Daninha**, v.23, n.3, p.405-414, 2005.

LAMEGO, F.P. et al. Tolerância à interferência de plantas competidoras e habilidade de supressão por genótipos de soja – II. Resposta de variáveis de produtividade. **Planta Daninha**, v.22, n.4, p.491-498, 2004.

LEMERLE, D. et al. Incremental crop tolerance to weeds: A measure for selecting competitive ability in Australian wheats. **Euphytica**, v.149, p.85-95, 2006.

MACHADO E. C. et al. Fotossíntese, remobilização de reservas e crescimento de milho sob deficiência hídrica na fase de enchimento de grãos. **Bragantia**, v.51, n.2, p.151-159, 1992.

MARKHAM, M. Y. & STOLTENBERG, D. E. Red:far-red light effects on corn growth and productivity in field environments. **Weed Science**, v.57, n., p.208-215, 2009.

MASON, H. E.; SPANER, D. Competitive ability of wheat in conventional and organic management systems: A review of the literature. **Canadian Journal of Plant and Science**, v. 86, n., p.333-343, 2005.

PANNETA, D. F. Weed eradication – An economic perspective. **Invasive Plant Science and Management**, v.1, n.2, p. 360-368, 2009.

PAULA J. M. et al. Competição de trigo com azevém em função da época de aplicação e doses de nitrogênio. **Planta Daninha**, v.29, n.3, p. 557-563, 2011.

RAJCAN, I.; CHANDLER, K. J.; SWANTON, C. J. Red-far-red ratio of reflected light: a hypothesis of why early-season weed control is important in corn. **Weed Science**, v.52, n., p.774-778, 2004.

RAJCAN, I. & SWANTON, C. L. Understanding maize-weed competition: resource competition, light quality and the whole plant. **Field Crop Research**, v.71, n.2, p.139-150, 2001.

RADOSEVICH, S. R.; HOLD, J. S.; GHERSA, C. M. **Ecology of weeds and invasive plants: relationship to agriculture and natural resource management**, 3. ed. New York: Wiley, 2007.

RAJANIEMI, T. K.; ALLISON, V. J.; GOLDBERG, D. E. Root competition can cause a decline in diversity with increased productivity. **Journal of Ecology**, v.91, p.407-416, 2003.

RIGOLI, R. P. et al. Potencial competitivo de cultivares de trigo em função do tempo de emergência. **Planta Daninha**, v.27, n.1, p.41-47, 2009.

RIZZARDI, M. A. et al. Competição por recursos do solo entre ervas daninhas e culturas. Revisão bibliográfica. **Ciência Rural**, v.31, n.4, p.707-714, 2001.

SANTOS & MUNDSTOCK, 2002?

SANTOS, J. B.; et al. Captação e aproveitamento da radiação solar pelas culturas da soja e do feijão e por plantas daninhas. **Bragantia**, v.62, n.1, p.147-153, 2003.

SCHAEDLER, C.E. et al. Características morfológicas em plantas de cultivares de aveia como indicadores do potencial competitivo com plantas daninhas. **Planta Daninha**, v.27, n.especial, p.957-965, 2009.

SHEWRY, 2009?

STOLLER, E. W. & WOOLLEY, J. T. Competition for light by broadleaf weeds in soybeans (*Glycine max*). **Weed Science**, v.33, n.2, p.199-202, 1985.

STREIT, N. M. et al. As clorofilas. **Ciência Rural**, v.35, n.3, p.748-755, 2005.

TAIZ, L. & ZEIGER, E. Capítulo 20 – Giberelinas: reguladores da altura das plantas e da germinação de sementes. In: **Fisiologia vegetal**. Porto Alegre: Artmed, p.587-595, 2004.

VIDAL, R. A. et al. Initialism as a mechanism of weed interference: can a crop plant be blinded? **Planta Daninha**, v.30, n.3, p.469-475, 2012.

VIDAL, R. A. & LAMEGO, F. P. Capítulo 5 – Introdução à Competição entre Plantas Daninhas e Cultivadas. In: VIDAL, R. (Ed). **Interação Negativa entre Plantas: Inicialismo, Alelopatia e Competição**. 1. ed. Porto Alegre: Evangraf, p.76-93, 2010.

WANDSCHEER, A. C. D. **Habilidade competitiva de soja e milho com espécies daninhas Poáceas**. Dissertação de Mestrado em Produção Vegetal, Universidade de Passo Fundo – RS, 2012.

ZANINE, A.M.; SANTOS, E. M. Competição entre espécies de plantas – uma revisão. **Revista da FZVA**, v.11, n.1, p.10-30, 2004.

APÊNDICE – Escala fenológica de Feeks & Large (1954)

Estádio Afilhamento

- 1 Plantas recém-emergidas, com uma ou mais folhas.
- 2 Início do afilhamento.
- 3 Afilhos formados. Folhas enroladas em espiral. Algumas cultivares podem apresentar hábito prostrado.
- 4 Início do aparecimento do pseudocaule. Bainhas foliares começam a alongar-se.
- 5 Pseudocaule (formado por bainhas foliares) fortemente desenvolvido.

Estádio Alongamento do colmo

- 6 Primeiro nó do colmo visível.
- 7 Segundo nó do colmo já formado.
- 8 Folha bandeira visível, mas ainda enrolada. Início do período de emborrachamento.
- 9 Lígula da folha bandeira já visível.
- 10 Bainha da folha bandeira completamente desenvolvida, mas as espigas ainda não são visíveis.

Estádio Espigamento

- 10.1 Primeiras espigas recém-visíveis.
- 10.2 Um quarto do processo de espigamento completo.
- 10.3 Metade do processo de espigamento completo.
- 10.4 Três quartos do processo de espigamento completo.
- 10.5 Todas as espigas fora das bainhas.

Estádio Florescimento

- 10.5.1 Início do florescimento.
- 10.5.2 Florescimento completo na parte apical da espiga.

10.5.3 Florescimento completo na parte basal da espiga.

10.5.4 Final do florescimento, grãos no estágio aquoso.

Estádio Maturação

11 Grãos no estágio leitoso a maturação.

11.1 Grãos no estágio leitoso.

11.2 Grãos no estágio de massa (conteúdo macio e seco).

11.3 Grãos duros (difíceis de serem rompidos com a unha do polegar).

11.4 Maturação de colheita. Palhas secas.