



UNIVERSIDADE FEDERAL DA FRONTEIRA SUL

CAMPUS ERECHIM

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA AMBIENTAL

RENATA BALDESSARINI

**RESPOSTAS MORFOFISIOLÓGICAS DE CULTIVARES DE TRIGO EM
COMPETIÇÃO COM AZEVÉM DIPLOIDE E TETRAPLOIDE**

ERECHIM

2019

RENATA BALDESSARINI

**RESPOSTAS MORFOFISIOLÓGICAS DE CULTIVARES DE TRIGO EM
COMPETIÇÃO COM AZEVÉM DIPLOIDE E TETRAPLOIDE**

Dissertação de mestrado, apresentada para o Programa de Pós-graduação em Ciência e Tecnologia Ambiental da Universidade Federal da Fronteira Sul, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Ciência e Tecnologia Ambiental.

Orientador: Prof. D. Sc. Leandro Galon

Co-orientador Prof. D. Sc. Leandro Vargas

ERECHIM

2019

FICHA CATALOGRÁFICA

Renata Baldessarini

**RESPOSTAS MORFOFISIOLÓGICAS DE CULTIVARES DE TRIGO EM
COMPETIÇÃO COM AZEVÉM DIPLOIDE E TETRAPLOIDE**

Dissertação de mestrado, apresentada para o Programa de Pós-graduação em
Ciência e Tecnologia Ambiental da Universidade Federal da Fronteira Sul, como
requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Ciência e Tecnologia Ambiental.

Orientador: Prof. D. Sc. Leandro Galon

Co-Orientador: Prof. D. Sc. Leandro Vargas

Dissertação de mestrado, defendida e aprovada pela banca em: ____/____/____

BANCA EXAMINADORA

Prof. D. Sc. Leandro Galon - UFFS
Orientador/Presidente

Prof. Dr. Diogo da Silva Moura- CESURG
Membro Externo

Prof. Dr. Gismael Francisco Perin- UFFS
Membro Externo

*Aos meus pais, Jorge e Neila,
por todo apoio e carinho.*

*À minha irmã Carolina
Baldessarini, pelo apoio e
amizade.*

*Ao Lucas Cogo Rodrigues pelo
amor, compreensão e
companheirismo.*

*Aos familiares e amigos que me
apoiaram nessa conquista.*

OFEREÇO E DEDICO.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a DEUS pela saúde, proteção, sabedoria e acompanhamento em todos os momentos da caminhada.

À minha família, em especial, à minha irmã Carolina Baldessarini e aos meus pais Neila e Jorge pelo amor, apoio, carinho, compreensão, incentivo e por não permitirem que eu desista da caminhada por mais difícil que ela pareça.

Ao meu namorado Lucas, que esteve comigo durante essa fase, por entender os momentos de ausência, pelo amor, confiança e por todo o incentivo.

Aos professores e pesquisadores Leandro Galon e Leandro Vargas, pela amizade, dedicação, compreensão e, principalmente, por todos os valiosos ensinamentos durante essa trajetória.

Aos professores Gismael Francisco Perin e Rosilene Rodrigues Kaizer Perin pela colaboração no desenvolvimento da dissertação.

À professora da graduação Taís Letícia Bernardi, pela amizade, conselhos e todo o apoio que foi dado durante os cinco anos de graduação.

À Universidade Federal da Fronteira Sul e ao Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia Ambiental pela oportunidade de realizar o curso de mestrado.

Ao doutorando César Tiago Forte e todo o grupo de pesquisa MASSA pelo auxílio na elaboração do trabalho.

À EMBRAPA TRIGO, em especial aos funcionários do laboratório de plantas daninhas, Marina Teixeira e Egídio Sbrissa e aos estagiários, por todo apoio e ajuda.

À minha querida amiga Vanusa Rossetto, por todo apoio, carinho e por tornar a caminhada mais fácil.

A todos aqueles que direta ou indiretamente contribuíram para o êxito do trabalho, os meus sinceros agradecimentos.

“A mais bela coisa que podemos vivenciar é o mistério. Ele é a fonte de qualquer arte verdadeira e qualquer ciência. Aquele que desconhece esta emoção, aquele que não para mais para pensar e não se fascina, está como morto: seus olhos estão fechados”.

Albert Einstein

RESUMO

Dentre as plantas daninhas que ocasionam interferência no crescimento e no desenvolvimento do trigo, destaca-se o azevém por apresentar elevada habilidade competitiva pelos recursos disponíveis no meio. Diante disso, objetivou-se com o trabalho avaliar a habilidade competitiva de cultivares de trigo ao conviverem com os biótipos de azevém, diploide e tetraploide. Foram instalados experimentos em casa de vegetação, no delineamento experimental inteiramente casualizado, com quatro repetições. Os tratamentos foram arrançados em série de substituição, constituídos por proporções de plantas de trigo e de azevém: 100:0, 75:25, 50:50, 25:75 e 0:100% o que equivaleu a 32:0; 24:8; 16:16; 8:24 e 0:32 plantas vaso⁻¹. O trigo foi representado pelos cultivares BRS Parrudo e TBIO Sinuelo e os competidores pelo azevém diploide e tetraploide. A análise da competitividade foi efetuada por meio de diagramas aplicados a experimentos substitutivos, mais uso de índices de competitividade relativa. O diâmetro de colmo (DC), número de perfilho (NP), massa seca (MS), atividade fotossintética (Afs), concentração interna de CO₂ no mesofilo (Ci), eficiência carboxidativa (Ec), área foliar (AF), transpiração (E), eficiência no uso da água (EUA) e condutância estomática (Gs) foram avaliados aos 50 dias após a emergência das espécies. Os resultados demonstram que houve competição entre as cultivares de trigo com o azevém com prejuízo mútuo às espécies envolvidas na comunidade. O azevém modificou negativamente a AF e a MS das cultivares BRS Parrudo e TBIO Sinuelo demonstrando habilidade competitiva superior pelos recursos do meio. A competição interespecífica causa maior prejuízo a AF e a MS das espécies do que a competição intraespecífica. Desta forma, recomenda-se o controle do azevém mesmo quando estiver presente em baixas densidades de plantas infestando o trigo.

PALAVRAS-CHAVE: *Triticum aestivum*, *Lolium multiflorum*, interação competitiva.

ABSTRACT

Among the weeds that cause interference in the growth and development of wheat stands out ryegrass, in particular because it presents high competitive ability for the resources available in the environment. The objective of this work was to evaluate the competitive ability of wheat cultivars when living with two ryegrass biotypes. Experiments were installed in greenhouse, in the experimental design of randomized blocks, with four replications. The treatments were arranged in substitution series, constituted by proportions of ryegrass plants: 100:0, 75:25, 50:50, 25:75 e 0:100% equivalent 1, 2, 4, 8, 16, 24, 32, 40, 48, 56 e 64 pot plants⁻¹. The wheat was represented by the cultivars BRS Parrudo and TBIO Sinuelo and the competitors by diploid and tetraploid ryegrass. The competitiveness analysis was carried out through diagrams applied to substitutive experiments, plus use of relative competitiveness indexes. The stem diameter (DC), number of tiller (NP), dry mass (MS), photosynthetic activity (Afs), internal concentration of CO₂ in mesophyll (Ci), carboxy efficiency (EC), leaf area (AF), perspiration (E), efficiency in water use (EUA) and stomatal conductance (Gs) were evaluated at 50 days after emergence of the species. The results demonstrate that there was competition between wheat cultivars with ryegrass with mutual injury to the species involved in the community. The ryegrass modified the AF and MS of cultivars BRS Parrudo and TBIO Sinuelo demonstrating superior competitive ability by means resources. Interspecific competition causes greater damage to FA and MS of species than intraspecific competition. Therefore, it is recommended to control ryegrass even when present at low plant densities infesting wheat.

KEY WORDS: *Triticum aestivum*, *Lolium multiflorum*, competitive interaction

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Diferenças entre plantas associadas ou não dos cultivares TBIO Sinuelo e BRS Parrudo e de biótipos de azevém para as variáveis morfológicas diâmetro de colmo, número de perfilho e massa seca aos 50 dias após a emergência das plantas. 38

Tabela 2 - Diferenças entre plantas associadas ou não dos cultivares de trigo TBIO Sinuelo e BRS Parrudo e de biótipos de azevém para as variáveis fisiológicas atividade fotossintética, concentração interna de CO₂, eficiência carboxidativa e condutância estomática aos 50 dias após a emergência..... 39

Tabela 3 - Índices de competitividade entre os cultivares de trigo TBIO Sinuelo e BRS Parrudo com biótipos de azevém diploide e tetraploide..... 40

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1. Variáveis associadas à fotossíntese de plantas de trigo das cultivares TBIO Sinuelo e BRS Parrudo - massa seca, taxa fotossintética..... 32
- Figura 2. Variáveis associadas à fotossíntese de plantas de trigo das cultivares TBIO Sinuelo e BRS Parrudo - concentração interna de CO₂ e eficiência carboxidativa..... 33
- Figura 3. Variáveis associadas à fotossíntese de plantas de trigo das cultivares TBIO Sinuelo e BRS Parrudo - área foliar 34
- Figura 4. Variáveis associadas ao uso de água de plantas de trigo das cultivares TBIO Sinuelo e BRS Parrudo - transpiração e eficiência fisiológica no uso da água35
- Figura 5. Variáveis associadas ao uso de água de plantas de trigo das cultivares TBIO Sinuelo e BRS Parrudo - Condutância estomática 36
- Figura 6. Variáveis associadas ao crescimento de plantas de trigo das cultivares TBIO Sinuelo e BRS Parrudo - diâmetro de colmo e número de perfilhos..... 37

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO.....	13
MATERIAIS E MÉTODOS.....	16
RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	18
Produtividades Relativas.....	19
Variáveis associadas à fotossíntese.....	20
Variáveis associadas ao uso da água.....	21
Variáveis de crescimento	22
Índices de Competitividade.....	23
Variáveis associadas à fotossíntese.....	23
Variáveis associadas ao uso da água.....	25
Variáveis associadas ao crescimento das plantas.....	25
Inferências gerais	Erro! Indicador não definido.
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	28

INTRODUÇÃO

A domesticação do trigo ocorreu entre 7.000 a 9.000 A.C no sudeste da Ásia e na Europa. Na Índia e China foi introduzido a cerca de 5.000 a.C (BRAMMER., 2000). No Brasil foi trazido junto com os colonizadores europeus, porém somente a partir de 1950 adquiriu importância econômica. A região Sul do país mostrou condições de solo e clima mais propícias para o estabelecimento da cultura (BRUM et al., 2004). O trigo pertence à família Poaceae, tribo Triticeae (Hordeae), subtribo Triticinae, gênero *Triticum* espécie *T. aestivum*. O trigo é uma das espécies vegetais de maior importância para a alimentação humana, sendo um dos três cereais mais cultivados no mundo, junto com o milho e o arroz (JOSHI et al., 2007).

Segundo Neto e Santos (2017), devido ao seu aprimoramento genético, o trigo possui grande adaptabilidade edafoclimática, sendo cultivado em regiões de clima desértico, países do Oriente Médio, até regiões com elevadas taxas de precipitação, como China e Índia. No Brasil cultiva-se a espécie *Triticum aestivum* em cerca de 2,037 milhões de hectares, que vão da região Sul até o Cerrado (CONAB, 2018).

A Ásia e a Europa caracterizam-se como os maiores produtores mundiais de trigo em grão, com respectivamente 44 e 34% da produção mundial (CONAB, 2018). No Brasil, o Rio Grande do Sul é o segundo maior produtor superado apenas pelo Paraná, juntos os dois estados são responsáveis por 87% da produção nacional, ou seja, 4.753,1 mil toneladas (CONAB, 2018).

Na safra 2017/18 houve um aumento de produção mundial de 8,28 milhões de toneladas, resultando em um total de 758,79 milhões de toneladas produzidas nesse ano agrícola. Nesse mesmo período o Brasil foi responsável por produzir 5.471,1 mil toneladas de trigo (CONAB, 2018).

A demanda interna pelo grão exige que todos os anos o Brasil tenha que importar na média 60% do total consumido, devido ao consumo interno ser maior do que a produção. A Argentina é o principal país fornecedor de trigo para o Brasil, representando, nos últimos 5 anos, de 80 a 96% do total importado. Países como Estados Unidos, Paraguai e Uruguai são os demais fornecedores do produto para o Brasil (DOMINGUES et al., 2007).

O trigo é um componente básico para a alimentação humana, sendo o segundo cereal mais consumido no mundo (CONAB, 2018). O grão é destinado principalmente para a produção de farinha. A farinha de trigo é composta principalmente por amido - 70

a 75% da sua composição - sendo essa matéria prima utilizada na fabricação de diversos alimentos como: pães, bolachas, bolos e massas (SCHEUER et al., 2011).

No cultivo do trigo, as plantas daninhas caracterizam-se como um dos fatores responsáveis pela redução da produtividade, devido à interferência pelos recursos do meio, quando não se realiza o correto manejo. Quando as plantas daninhas não são controladas adequadamente podem comprometer, além da produtividade de grãos, também a qualidade da matéria-prima destinada à indústria, acarretando em prejuízos econômicos para os agricultores (GALON et al., 2011). O azevém (*Lolium multiflorum*), juntamente com o nabo (*Raphanus* spp.) são as principais plantas daninhas infestantes da cultura do trigo no estado do Rio Grande do Sul, apresentando elevada habilidade competitiva pelos recursos disponíveis no ambiente (TIRONI et al., 2014; GALON et al., 2015).

O azevém é uma espécie rústica e vigorosa considerada naturalizada em diversas regiões do Rio Grande do Sul, possui bom perfilhamento e, em condições nutricionais adequadas, pode superar as demais forrageiras de inverno além de possuir boa palatabilidade aos ruminantes e ser tolerante ao pisoteio (FONTANELI & SANTOS; FONTANELI, 2012). De forma natural, o azevém (anual ou perene), encontra-se na forma diploide ($2n=2x=14$ cromossomos). Porém, o desenvolvimento de plantas tetraploide ($2n=4x=28$ cromossomos) é possível através do melhoramento genético, por meio do emprego da técnica de duplicação cromossômica pelo uso de alcalóides (CONFORTIN, 2009).

Segundo Balocchi e López (2009) a duplicação do número de cromossomos afeta diretamente o desempenho da planta devido ao aumento do volume celular. Assim, os teores de água são elevados, ocorrendo o mesmo com os níveis de carboidratos solúveis, proteínas e lipídios, aumentando a digestibilidade, eficiência ruminal e desempenho animal (SMITH et al. 2001; NAIR, 2004). Além de aumentar o ciclo da espécie e melhorar características agronômicas como: qualidade e massa de forragem, resistência a doenças, uniformidade e estabilidade das populações são características adquiridas como o aumento do número cromossômico (PEREIRA et al. 2012). As cultivares tetraploides também se diferenciam das diploides por apresentarem folhas mais largas e de coloração mais escura, menor número de perfilhos de maior tamanho, ciclo vegetativo mais longo, maior precocidade, menor tolerância ao frio e ao estresse hídrico, e maior exigência em fertilidade do solo, para expressar seu potencial de crescimento (CONFORTIN, 2009).

As plantas daninhas mais importantes e mais competitivas em uma lavoura são aquelas que pertencem à mesma família botânica da cultura, devido ao fato delas terem as mesmas necessidades de recursos e também por explorarem o mesmo nicho que a cultura (AGOSTINETTO et al., 2008). A competição de plantas daninhas com culturas tem sido considerada a principal causa biótica que gera perdas de produtividade de grãos e da qualidade dos mesmos (DÉLYE et al., 2013).

Sabe-se que a competição entre plantas pode ocorrer entre indivíduos da mesma espécie ou de espécies diferentes, o que se conhece como competição intraespecífica ou interespecífica, respectivamente. Os prejuízos causados ao crescimento, desenvolvimento e produtividade estão condicionados ao tempo de duração da competição entre as plantas competidoras (CÔRREA et al., 2015). Em geral, sabe-se que o grau de competição interespecífica depende de fatores relacionados à comunidade infestante - composição específica, população e distribuição e da própria cultura - cultivar, espaçamento entre linhas e população de semeadura (VIAN et al., 2016).

Para determinar as interações competitivas entre espécies em comunidade, destaca-se estudos onde a população das plantas cultivadas geralmente é constante, mas a população das plantas daninhas varia de acordo com o banco de sementes do solo e com as condições ambientais que alteram o nível de infestação (AGOSTINETTO et al., 2010; GALON et al., 2011; GALON et al., 2015; FORTE et al., 2018). Desse modo, é importante verificar a influência da variação na proporção de plantas entre as espécies uma vez que a densidade de plantas daninhas é o fator que mais afeta o crescimento e o desenvolvimento das culturas de interesse agrônomo.

Os experimentos de série substitutiva possibilitam o estudo da competição interespecífica e intraespecífica, permitindo a compreensão do processo competitivo entre plantas, principalmente quando relacionado com o estudo do efeito da população e da proporção entre culturas e plantas daninhas. A série de substituição inclui a cultura sozinha e/ou em mistura com plantas daninhas em que a proporção das duas espécies estudadas variam, no entanto, a população total de plantas é sempre constante (AMINPANAHI & JAVADI, 2011).

Para tanto, o presente trabalho teve como hipóteses: I) A convivência de plantas de trigo com azevém resulta em prejuízos ao crescimento da cultura e II) O azevém diploide possui maior potencial competitivo que o azevém tetraploide. Diante disso, objetivou-se com o trabalho avaliar a habilidade competitiva de cultivares de trigo ao conviverem com dois biótipos de azevém.

MATERIAIS E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em casa de vegetação na Universidade Federal da Fronteira Sul (UFFS), Campus Erechim. A semeadura foi realizada em vasos de polietileno com capacidade para 6 L, preenchidos com solo oriundo de lavoura caracterizado como Latossolo Vermelho Alumino Férrico Húmico (EMBRAPA, 2013). A correção e adubação do solo foi efetuada de acordo com a análise físico-química, seguindo-se as recomendações técnicas para a cultura do trigo (ROLAS, 2016).

O delineamento experimental utilizado foi o completamente casualizado, com quatro repetições. Os competidores testados incluíram os biótipos de azevém diploide e tetraploide com cultivares de trigo, BRS Parrudo e TBIO Sinuelo. O cultivar BRS Parrudo possui ciclo precoce a médio, atingindo a maturidade aos 135 dias, sua classificação de acordo com a qualidade industrial é do tipo pão. O cultivar TBIO Sinuelo possui ciclo de médio a tardio, atingindo a maturidade aos 150 dias e sua classificação é trigo pão.

Realizaram-se experimentos preliminares em série aditivas, tanto para as cultivares de trigo, BRS Parrudo e TBIO Sinuelo quanto para o azevém diploide e tetraploide em monocultivos, com objetivo de determinar a população de plantas em que a produção final se torna constante. Para isso utilizou-se populações de 1, 2, 4, 8, 16, 24, 32, 40, 48, 56 e 64 plantas vaso⁻¹ (equivalentes a 25, 49, 98, 196, 392, 587, 784, 980, 1.176, 1.372 e 1.568 plantas m⁻²).

Aos 50 dias após a emergência das espécies foram aferidas a área foliar (AF) e a massa seca da parte aérea (MS) das espécies. Para a determinação da AF foi utilizado o medidor portátil de área foliar modelo CI-203 BioScience, quantificando-se a variável em todas as plantas em cada tratamento. Após a determinação da AF as plantas foram acondicionadas em sacos de papel e postas para secagem em estufa com circulação forçada de ar, a temperatura de 60±5°C, até o material atingir massa constante para aferir-se a MS das espécies. Através dos valores médios das duas variáveis das espécies obteve-se produção constante de AF e MS com populações de 32 plantas vaso⁻¹, para as duas cultivares de trigo e também os biótipos de azevém diploide e tetraploide, o que equivaleu a 784 plantas m⁻² (dados não apresentados).

Após a identificação da população final constante, de 32 plantas vaso⁻¹ foram instalados outros quatro experimentos para avaliar a competitividade das cultivares de trigo BRS Parrudo e TBIO Sinuelo em competição com os biótipos de azevém, todos conduzidos em série de substituição, nas diferentes combinações das cultivares e da planta daninha, variando-se as proporções relativas de plantas encontradas nos vasos (32:0; 24:8;

16:16; 8:24 e 0:32), mantendo-se constante a população total de plantas (32 plantas vaso⁻¹). Para estabelecer as populações desejadas em cada tratamento e obter uniformidade das plântulas, as sementes foram previamente semeadas em bandejas, sendo posteriormente transplantadas para os vasos.

Aos 50 dias após a emergência foi realizada a aferição das variáveis: diâmetro de caule (mm) de forma aleatória em 10 plantas de cada unidade experimental. O diâmetro de caule foi avaliado com a utilização de um paquímetro digital a 5 cm do solo. Nessa mesma época (50 DAE) foram aferidas no terço médio da última folha completamente expandida das plantas, as variáveis relacionadas a fisiologia das plantas: taxa fotossintética ($A - \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$), concentração interna de CO_2 ($C_i - \mu\text{mol mol}^{-1}$), taxa de transpiração ($E - \text{mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{s}^{-1}$), condutância estomática de vapores de água ($G_s - \text{mol m}^{-1} \text{s}^{-1}$), eficiência de carboxilação ($EC - \text{mol CO}_2 \text{m}^{-2} \text{s}^{-1}$) e uso eficiente da água ($UEA - \text{mol CO}_2 \text{mol H}_2\text{O}^{-1}$). A EC e a UEA foram calculadas a partir da razão das variáveis A/C_i e A/E , respectivamente. Para isso, utilizou-se um analisador de gases no infravermelho (IRGA), marca ADC, modelo LCA PRO (Analytical Development Co. Ltd, Hoddesdon, UK). Cada repetição foi avaliada sob iluminação natural em um dia, entre oito e dez horas da manhã, em condições de céu limpo, de forma que se mantivessem as condições ambientais homogêneas durante as análises. A área foliar ($\text{cm}^2 \text{m}^{-2}$) e a massa seca da parte aérea foram determinadas de mesmo modo que nos ensaios preliminares.

Os dados foram analisados através do método da análise gráfica da variação ou produtividade relativa (ROUSH et al., 1989; COUSENS, 1991; BIANCHI et al., 2006). O referido procedimento, também conhecido como método convencional para experimentos substitutivos, consiste na construção de um diagrama tendo por base as produtividades ou variações relativas (PR) e total (PRT). Quando o resultado da PR for uma linha reta, significa que as habilidades das espécies são equivalentes. Caso a PR resultar em linha côncava, indica que existe prejuízo no crescimento de uma ou de ambas as espécies. Ao contrário, se a PR mostrar linha convexa, há benefício no crescimento de uma ou de ambas as espécies. Quando a PRT for igual à unidade 1 (linha reta), ocorre competição pelos mesmos recursos; se ela for superior a 1 (linha convexa), a competição é evitada. Caso a PRT for menor que 1 (linha côncava), ocorre prejuízo mútuo ao crescimento (COUSENS, 1991).

Foram calculados ainda os índices de competitividade relativa (CR), coeficiente de agrupamento relativo (K) e agressividade (A) das espécies. A CR representa o crescimento comparativo das cultivares de trigo, BRS Parrudo e TBIO Sinuelo em relação

aos competidores, azevém diploide ou tetraploide; K indica a dominância relativa de uma espécie sobre a outra, e A aponta qual das espécies é mais agressiva. Assim, os índices CR, K e A indicam qual a espécie se manifesta mais competitiva e sua interpretação conjunta determina com maior segurança a competitividade das espécies (COUSENS, 1991). As cultivares de trigo BRS Parrudo e TBIO Sinuelo são mais competitivos que o azevém diploide e/ou tetraploide quando $CR > 1$, $K_x > K_y$ e $A > 0$; por outro lado, os biótipos de azevém são mais competitivos que as cultivares de trigo quando $CR < 1$, $K_x < K_y$ e $A < 0$ (HOFFMAN & BUHLER, 2002). Para calcular esses índices foram usadas as proporções 50:50 das espécies envolvidas nos experimentos (trigo e/ou azevém), utilizando-se as equações: $CR = PR_x/PR_y$; $K_x = PR_x/(1-PR_x)$; $K_y = PR_y/(1-PR_y)$; $A = PR_x - PR_y$, de acordo com Cousens & O'Neill (1993).

O procedimento de análise estatística da produtividade ou variação relativa incluiu o cálculo das diferenças para os valores de PR (DPR), obtidos nas proporções 25, 50 e 75%, em relação aos valores pertencentes à reta hipotética nas respectivas proporções, quais sejam, 0,25; 0,50 e 0,75 para PR (BIANCHI et al., 2006). Foi utilizado o teste “T”, para testar as diferenças relativas aos índices DPR, PRT, CR, K e A (ROUSH et al., 1989; HOFFMAN & BUHLER, 2002). Considerou-se como hipótese nula, para testar as diferenças de DPR e A, quando as médias forem iguais a zero ($H_0 = 0$); para PRT e CR, quando as médias forem iguais a um ($H_0 = 1$); e, para K, se as médias das diferenças entre K_x e K_y forem iguais a zero [$H_0 = (K_x - K_y) = 0$]. Do mesmo modo, para os índices CR, K e A, foi considerado a existência de diferenças em competitividade quando, no mínimo em dois deles, houve diferença significativa pelo teste “T”.

Os resultados obtidos expressos em valores médios por tratamento foram submetidos à análise de variância pelo teste F e em sendo significativos as médias dos tratamentos serão comparadas pelo teste de *Dunnnett*, considerando-se as monoculturas como testemunhas nessas comparações. Em todas as análises estatísticas foi adotado a significância de $p \leq 0,05$.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Para as discussões, as variáveis número de perfilhos, diâmetro de colmos, área foliar e massa seca das plantas foram prioritariamente consideradas. As variáveis fisiológicas foram discutidas com devida cautela, pois representam avaliações pontuais feitas com o equipamento IRGA, que refletem o *status* fisiológico da planta no momento

da avaliação, ou seja, um intervalo de aproximadamente 2 minutos. Visto a importância para a competitividade, as variáveis fisiológicas avaliadas pontualmente fornecem apenas evidências da reação das plantas, imposta pelo estresse da competição.

Produtividades Relativas

Para o grupo das variáveis associadas à fotossíntese (Figura 1, 2 e 3), as produtividades relativas mostraram alta confiabilidade para MS, Ci e Afs, com variação para a PRx e PRT entre as cultivares de trigo TBIO Sinuelo e BRS Parrudo ao competirem com o azevém tetraploide ou diploide, respectivamente.

Para as variáveis associadas ao uso da água de plantas (Figura 4 e 5), AF demonstrou alta estabilidade com estreito intervalo de confiança dos dados observados (Figura 3), enquanto as demais variáveis foram consideradas apenas pontualmente quando houve estabilidade visível de um dos competidores. Percebe-se em outros trabalhos, que a AF juntamente com a MS são as principais variáveis afetadas nesse modelo de experimento, para a cultura do trigo em competição com azevém e nabo (RIGOLI et al., 2008), da cevada convivendo com azevém (GALON et al., 2011) e nabo (GALON et al., 2017) e da soja na presença de picão-preto e de leiteiro (FORTE et al., 2017).

Observou-se ainda em relação as variáveis de crescimento; diâmetro de colmos, número de perfilhos e altura de plantas as mesmas situações visualizadas para AF e para a MS, ou seja, com estreitos intervalos de confiança.

Variáveis associadas à fotossíntese

As PR's, para a Afs, evidenciam estabilidade e maior fotossíntese à cultura em função do aumento de sua proporção nas misturas com a planta daninha para as cultivares TBIO Sinuelo ao competir com o azevém tetraploide e o BRS Parrudo ao competir com os dois biótipos tetraploide e diploide (Figura 1, 2 e 3). O cultivar de trigo TBIO Sinuelo na presença do azevém diploide demonstrou menor PR e menor atividade fotossintética nas menores proporções do competidor, até a proporção de 50:50, após isso não ocorreu variação. Os competidores apresentaram comportamentos diferenciados, o azevém tetraploide demonstrou prejuízo com produção de fotossíntese menor que o esperado na presença de baixas proporções das cultivares TBIO Sinuelo e BRS Parrudo. Já o azevém diploide apresentou fotossíntese maior que o esperado quando conviveu com as duas cultivares de trigo, até a proporção de 50:50 (Figura 1). Uma redução na AF proporcionada pela competição (na proporção de 25:75, Figura 3), ou mesmo pelas características genéticas das cultivares de trigo pode ter sido o motivo que diminuiu a Afs, visto que essas variáveis estão diretamente ligadas a absorção da luz pelos pigmentos fotossintetizantes (TAIZ et al., 2017).

Para as PRT's, que representam o comportamento da população mista de cultura e planta daninha nas suas diferentes proporções, evidenciou-se para o cultivar TBIO Sinuelo que houve prejuízos à população mista (PRT's), principalmente devido às reduções na Afs atribuídas a cultura pela presença do azevém diploide (Figura 1). Isto evidencia que o cultivar de trigo BRS Parrudo consegue, de alguma forma, contornar o impacto ocasionado pelo azevém diploide e tetraploide sobre o seu metabolismo fotossintético, muito provavelmente aumentando a interceptação da luz pela menor perda de AF (Figura 3). Novamente se destaca o efeito do azevém diploide apresentar maior efeito negativo sobre o cultivar de trigo TBIO Sinuelo. Ferreira et al., ao estudarem o potencial competitivo de biótipos de azevém sobre a cultura do trigo, observaram resultado diferente, sendo que em sua pesquisa o biótipo de azevém resistente ao glyphosate, ocasionou menor efeito negativo sobre a cultura do que o azevém suscetível.

Com a redução na Afs observada para a planta daninha (azevém) competindo com a TBIO Sinuelo, houve proporcional aumento na Ci, pois, este foi menos consumido pelo processo fotossintético (Figura 2). Os demais valores de Ci evidenciaram que conforme a fotossíntese foi incrementada, tanto para a planta daninha como para as cultivares de trigo, houve proporcional redução na Ci, pois o CO₂ é consumido pelo processo fotossintético (GEST, 2002; TAIZ et al., 2017).

A EC foi proporcional à Afs, ou seja, quanto maior a Afs maior a EC pelo ciclo fotossintético (Figura 2). Para Machado et al. (2005) e Jadoski et al. (2005), a EC apresenta estreita relação com a Ci e com a taxa de assimilação de dióxido de carbono. Tanto o cultivar BRS Parrudo como a TBIO Sinuelo foram capazes de manter a EC próxima aos valores esperados, independentemente de sua proporção na mistura com o competidor, mas somente a BRS Parrudo foi capaz de concomitantemente manter sua EC e reduzir a EC do competidor, o que resultou em prejuízos à comunidade como um todo, indicando provável competição pelos mesmos recursos demandados pelo biótipo competidor.

A MS foi reduzida pela competição tanto para o azevém diploide e tetraploide, como para as cultivares de trigo, com grande redução observada inclusive para as PRT's (Figura 1). Em termos gerais, independente do cultivar de trigo, a cultura tendeu a ser mais afetada que a planta daninha na competição, com maiores diferenças entre os valores de PR's observados (linhas sólidas com intervalo de confiança), e aqueles que seriam esperados (linhas retas pontilhadas). A redução da MS de plantas daninhas é esperada e dependente, muitas vezes, das características intrínsecas do cultivar (LAMEGO et al., 2013). Percebe-se, portanto, a elevada competitividade imposta pelo azevém tanto diploide quanto tetraploide ao trigo.

Como a MS é uma variável diretamente aferida e menos afetada pela pontualidade das avaliações ao se comparar com as variáveis determinadas com o IRGA, ela descreve com maior confiabilidade a competição, que ocasionou redução de até 50% nas PRT's para a MS (Figura 1). Quando em competição com o azevém, mesmo em baixas populações do competidor, ocorreu redução da massa seca da cevada, principalmente quando em menor suprimento de água e com maior intensidade no final do ciclo (GALON et al. 2011; WANIC et al. 2013). Em contraponto, Mariani (et al., 2016), relatam que o trigo mostrou-se mais competitivo sobre o azevém, produzindo mais MS mesmo quando em menor proporção que o competidor.

Variáveis associadas ao uso da água

Para AF foram obtidos gráficos com linhas convexas, ou seja, os desvios dos valores observados foram maiores que os estimados (Figura 3), havendo, nesse caso, benefício para o crescimento da cultura. A provável causa do trigo ter apresentado maior crescimento relativo sobre a planta daninha pode estar relacionada com a população de plantas que competiram com a cultura, já que as plantas daninhas apresentam maior

habilidade competitiva quando em densidades populacionais elevadas e não individualmente (CARVALHO & CHRISTOFFOLETI, 2008; AGOSTINETTO et al., 2013). Galon et al., (2011) ao combinarem cultivares de cevada com nabo obtiveram gráfico com linha convexa para o cultivar MN 610 (na proporção 25:75). E Forte et al. (2017) encontraram resultados onde a cultura da soja competindo com picão preto e/ou leiteiro apresentou maior crescimento relativo para a variável AF.

As PR's e as PRT's das E, EUA e Gs do trigo não foram consistentes entre as cultivares, TBIO Sinuelo e BRS Parrudo, com níveis de alterações que descaracterizam o simples efeito competitivo e das cultivares (Figuras 4 e 5). Isto provavelmente se deve, pelo menos em parte, a uma possível variação na umidade do solo e do ar nas diferentes parcelas, no momento da avaliação com o equipamento IRGA. Referente a estas variáveis, pode-se afirmar apenas que conforme a planta transpira mais, observou-se maior condutância estomática em função da perda desta água para o ambiente, com proporcional redução na eficiência fisiológica do uso da água (Figura 4).

A água é um recurso limitante às culturas agrícolas e justamente quando ocorre menor disponibilidade desta a biomassa do trigo, em competição, é reduzida (WANIC et al., 2013). Nestas condições de experimento as variáveis associadas ao uso da água como E, EUA e Gs podem apresentar variações. Alternativamente, as variações não consistentes nos parâmetros fisiológicos atrelados à dinâmica da água na interface solo-planta-atmosfera, fornece evidência que a competição por água não foi importante nas condições de condução do presente experimento, sendo afetada por outros fatores além dos testados no ensaio.

Variáveis de crescimento

Os resultados demonstram em relação ao diâmetro de colmos (DC) das espécies envolvidas na competição pouca diferença entre os valores de PR's observados (linhas sólidas com intervalo de confiança), e aqueles que seriam esperados (linhas retas pontilhadas) (Figura 6). De mesma maneira as PRTs das espécies foram pouco afetadas, ou seja, competiram por recursos similares do meio, ficando as mesmas com valores muito próximos ao esperado 1, exceto o cultivar BRS Parrudo quando em competição com o azevém tetraploide.

Observou-se para o número de perfilhos das espécies que quando as cultivares de trigo competiram com o azevém diploide apresentaram linhas côncavas, até a proporção de 50:50 ou de 16:16 plantas vaso⁻¹, demonstram assim que houve prejuízo mútuo entre

as espécies (Figura 6). Galon et al., (2011) observaram a ocorrência de gráficos com linhas côncavas para todas as simulações testadas para variável afilhamento, ao conviverem em comunidade cevada com azevém, indicando que houve prejuízo mútuo tanto para o crescimento da cultura quanto do competidor.

Índices de Competitividade

Todas as variáveis associadas à fotossíntese (Tabela 1) foram incluídas nas análises dos índices de competitividade, devido à evidente estabilidade de seu comportamento nas avaliações das produtividades relativas (PR's e PRT's); para as variáveis associadas ao uso da água (Figura 2), no entanto, somente a AF (Tabela 2) foi considerada para os cálculos dos índices de competitividade, sendo os demais parâmetros descartados.

Variáveis associadas à fotossíntese

A MS das cultivares de trigo e também dos competidores (Tabela 1) diferiram das respectivas testemunhas livres de competição de acordo com o teste de *Dunnnett* a 5%, para todos os níveis de interação entre as espécies. Quanto mais elevada a proporção do competidor na associação com os cultivares, maiores foram os danos às variáveis da cultura (Tabela 1). No azevém diploide e tetraploide verificou-se a mesma tendência de redução da MS ao observado para a cultura (Tabela 1).

Pesquisas tem relatado que pode ocorrer prejuízo ao crescimento das culturas e das plantas daninhas quando essas estiverem em competição numa determinada comunidade (RIGOLI et al., 2008; GALON & AGOSTINETTO, 2009; AGOSTINETTO et al., 2010; GALON et al., 2011).

Quanto a atividade fotossintética as cultivares TBIO Sinuelo e BRS Parrudo não diferiram de suas testemunhas sem competição em todas as proporções testadas pelo teste de *Dunett* (Tabela 1). No entanto somente o cultivar BRS Parrudo que apresentou efeito diferenciado e maior CR, Kx e A em relação ao competidor azevém tetraploide (Tabela 2). Evidencia-se assim que, embora elas não se beneficiem da competição, também não são afetadas até o nível de ocorrência de azevém diploide ou tetraploide equivalente às das plantas para essa variável, podendo-se dizer que a BRS Parrudo leva vantagem em relação ao azevém tetraploide. Os competidores azevém diploide e tetraploide também apresentaram atividade fotossintética iguais a testemunha sem competição, exceto quando

o azevém tetraploide esteve na presença do cultivar BRS Parrudo que houve efeito significativo (Tabela 2). A variável AF do cultivar BRS Parrudo também foi maior que o esperado (Figura 3), principalmente quando na presença do azevém diploide, fato que contribui para aumento da taxa fotossintética.

Os valores de C_i , embora apresentados, não foram considerados na discussão, pois, tanto valores absolutos de C_i altos como baixos podem ser considerados positivos à espécie, dependendo da situação; se alto pode indicar que a captura de CO_2 do ambiente externo para o interior da folha pode ter sido positivo, mas se baixo também pode indicar taxas elevadas de fotossíntese. Assim, a interpretação dos índices de competição com base nestes parâmetros está mais propensa a erros que a acertos, sem uma compreensão clara do contexto fisiológico aos quais as plantas foram submetidas.

A EC (Tabela 2) mostrou que o comportamento das cultivares BRS Parrudo e TBIO Sinuelo, em níveis iguais aos do competidor (50:50), não foi muito afetado pela presença da planta daninha. Em proporções iguais de competição em todas as situações o K_x foi maior que o K_y , mostrando vantagem à cultura. Os níveis de A aumentaram significativamente (Tabela 3) quando a cultura competiu com o azevém tetraploide.

A respectiva competitividade relativa (CR) indicou efeito significativo somente para o cultivar BRS Parrudo em convivência com o azevém diploide e tetraploide para as variáveis MS e Afs (Tabela 2). A respectiva competitividade relativa (CR) indicou que o azevém tanto diploide quanto tetraploide levou vantagem na competição, pois foram observados valores menores do que “1” para a cultura, sempre com os valores diferindo de “1” de acordo com o teste “t” a 5% para a MS. Já para a atividade fotossintética ocorreu o contraditório, ou seja, o cultivar BRS Parrudo levou vantagem na habilidade competitiva com o azevém diploide e tetraploide. O CR para o cultivar TBIO Sinuelo não apresentou efeito significativo, ou seja, o azevém diploide ou tetraploide não ocasionou prejuízo em relação a esse cultivar para as variáveis MS e atividade fotossintética, já que conforme relatado para ocorrer significância há necessidade de pelo menos em duas situações se ter diferenças estatística. Provavelmente o fato do cultivar BRS Parrudo apresentar maior AF que o cultivar TBIO Sinuelo proporcionou maior vantagem competitiva para variável atividade fotossintética.

Para MS a vantagem foi do azevém diploide e tetraploide (K_y superior a K_x) em relação ao cultivar de trigo BRS Parrudo, já que os dados envolvendo a TBIO Sinuelo não apresentaram significância (Tabela 3). É comprovada alterações na habilidade competitiva de trigo relacionada a densidade e época de semeadura, bem como a escolha

do cultivar. Porém, a competitividade diminui quando se associa a altas densidades e semeadura precoce (ANDREW & STORKEY, 2017).

A agressividade A com base na MS foi maior para o azevém diploide e tetraploide ao conviver com o cultivar BRS Parrudo, já que para a TBIO Sinuelo não ocorreu significância para essa variável analisada (Tabela 3). Resultados similares a esses também foram constatados por Fontana et al. (2015), no qual, identificaram que a cevada apresentou maior competição interespecífica e que a planta daninha ocasionou prejuízos no acúmulo de MS e AF. Para Galon et al. (2011), ao avaliarem a competição de cultivares de cevada com azevém, o A também foi dependente do cultivar usada na associação. Torna-se importante para os sistemas de cultivo orgânico a descoberta de cultivares de uma mesma cultura que apresentem maior competitividade quando infestadas por uma determinada espécie de planta daninha, pois como não se pode usar herbicidas para o controle tem-se uma opção de manejo (ANDREW & STORKEY, 2017).

Vários trabalhos também denotaram diferenças em termos de habilidade competitiva entre espécies aparentadas, como, por exemplo, entre arroz e capim-arroz (AGOSTINETTO et al., 2008; GALON & AGOSTINETTO, 2009), entre cevada e azevém (GALON et al., 2011) entre trigo e *Alopecurus myosuroides* (ANDREW & STORKEY, 2017) e entre soja *versus* picão-preto e leiteiro (FORTE et al., 2017).

Variáveis associadas ao uso da água

Devido à grande variabilidade dos parâmetros fisiológicos associados ao uso da água, somente AF foi considerada para os cálculos dos índices de competição (Tabela 2). A AF diferiu das respectivas testemunhas solteiras em todas as proporções testadas, de acordo com o teste de *Dunnnett* a $p < 0,05$ (Tabela 2). A CR com base na AF foi bastante consistente, indicando superioridade das espécies sempre que estas representaram a maioria na proporção, independente do cultivar de trigo, e sem diferenças entre cultura e planta daninha quando as densidades se equivaleram (Tabela 3). O mesmo comportamento foi observado para A com base na AF.

Variáveis associadas ao crescimento das plantas

Os resultados demonstram que o DC e o NP das plantas de trigo das cultivares TBIO Sinuelo e BRS Parrudo foram iguais as suas testemunhas sem competição com azevém tetraploide e diploide (Tabela 1). Já em relação aos competidores o azevém

diploide na presença do cultivar TBIO Sinuelo apresentou menor NP e na presença do BRS Parrudo além de reduzir o NP também teve menor DC. O azevém diploide somente apresentou efeito significativo da competição com menor NP em relação a sua testemunha na presença do cultivar TBIO Sinuelo. Para os competidores a competição interespecífica foi mais prejudicial do que a intraespecífica.

Os resultados demonstram em relação aos índices de competitividade entre as espécies que o CR, o Kx e o A foram maiores para o trigo quando a TBIO Sinuelo competiu com o azevém diploide e tetraploide, para o NP e para o DC somente para o azevém diploide (Tabela 3). Já o cultivar BRS Parrudo apresentou maiores CR, Kx e A na presença do azevém tetraploide somente, não havendo diferença significativa quando conviveu com o azevém diploide.

Estudos mostram que normalmente a cultura tem maior potencial competitivo em relação a espécie daninha, pois a competição entre indivíduos da mesma espécie (intraespecífica) é maior que a competição entre indivíduos de espécies diferentes (interespecífica) (VILÁ et al., 2004). Destaca-se ainda que plantas de uma mesma espécie exploram basicamente o mesmo nicho ecológico, competindo pelos mesmos recursos no tempo e/ou espaço (RIGOLI et al., 2008; MORAES et al., 2009). Mariani et al., (2016) também constataram que a cultura do trigo, foi mais competitiva em relação ao azevém, havendo benefício para a cultura e prejuízos para a planta daninha

Considerações finais

Com base nas PR's e PRT's, pode-se inferir que há equivalência nos mecanismos de competição e na demanda pelos recursos do ambiente entre o trigo e o azevém diploide e tetraploide. Isto em parte deve-se ao seu parentesco próximo, pois ambas são espécies Poaceas, de clima frio, com metabolismo do carbono pelo ciclo C₃.

A não ocorrência de diferença no comportamento dos parâmetros "CR", "Kx"/"Ky" e "A" observados para a maioria das variáveis estudadas permitem inferir não ocorrer diferenças na habilidade competitiva das cultivares de trigo TBIO Sinuelo e BRS Parrudo com o azevém diploide e tetraploide, ou seja, ocorre equivalência na habilidade competitiva entre as espécies.

Em resumo, as duas cultivares de trigo e o azevém diploide e tetraploide são muito similares quanto à habilidade por recursos do ambiente. O azevém diploide parece demonstrar superioridade ao azevém tetraploide quanto à sua habilidade de competir com as cultivares de trigo, com maiores impactos nas variáveis analisadas. As cultivares de

trigo TBIO Sinuelo e BRS Parrudo se mostraram muito similares em relação a habilidade competitiva com o azevém diploide e tetraploide.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGOSTINETTO, D.; RIGOLI, R.P.; SCHAEGLER, C.E.; TIRONI, S.P.; SANTOS, L.S. Período crítico de competição de plantas daninhas com a cultura do trigo. **Planta Daninha**, v. 26, n. 2, p. 271-278, 2008.
- AGOSTINETTO, D.; GALON, L.; SILVA, J.M.B.V.; TIRONI, S.P.; ANDRES, A. Interferência e nível de dano econômico de capim-arroz sobre o arroz em função do arranjo de plantas da cultura. **Planta Daninha**, v.28, n.4, p.993-1003, 2010.
- AGOSTINETTO, D.; CAMPONOGARA, L.F.; VARGAS, L.; MARKUS, C.; OLIVEIRA, E. Habilidade competitiva relativa de milhã em convivência com arroz irrigado e soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.48, n.10, p.1315-1322, 2013.
- AMINPANAH, H.; JAVADI, M. Competitive ability of two rice cultivars (*Oryza sativa* L.) with barnyardgrass (*Echinochloa crusgalli* (L.) p. beauv.) in a replacement series study. **Advances in Environmental Biology**, v.5, n.9, p.2669-2675, 2011.
- ANDREW, I. K. S.; STORKEY, J. Using simulation models to investigate the cumulative effects of sowing rate, sowing date and cultivar choice on weed competition. **Crop Protection**, v. 95, s.n., p. 109-115, 2017.
- BALOCCHI, O. A.; LÓPEZ, I. L. Herbage production, nutritive value and grazing preference of diploid and tetraploid perennial ryegrass cultivars (*Lolium perenne* L.). **Chilean Journal of Agricultural Research**, v. 69, n.3, p. 331-339, 2009.
- 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.
- BRAMMER, S.P.; BARCELLOS, A.L.; MORAES-FERNANDES, M.I.B. de; MILACH, S.K. Bases genéticas da resistência durável à ferrugem da folha do trigo e estratégias biotecnológicas para o melhoramento no Brasil. **Fitopatologia Brasileira**, v. 25, n.8, p. 5-20, 2000.
- BRUM, A. L.; HECK, C. R.; LEMES, C. L. As políticas brasileiras de fomento à cultura do trigo: uma revisão histórica. **Desenvolvimento em Questão**, v. 2, n. 3, p. 95-117, 2004.
- CARVALHO, S.J.P.; CHRISTOFFOLETI, P.J.; Competition of *Amaranthus* species with dry bean plants. **Scientia Agricola**, v.65, n.3, p.239-245, 2008.
- CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento. Cevada - Brasil. Série Histórica de: área, produtividade e produção. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br>> Acesso em: 01 dez. 2018.

CONFORTIN, A.C.C. **Dinâmica do crescimento de azevém anual submetido a diferentes intensidades de pastejo**. 2009. 98 f. Dissertação (Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2009.

CORREA, M.J.P.; ALVES, G.L.; ROCHA, L.G.F.; MALHEIROS, M.R. Períodos de interferência de plantas daninhas na cultura do feijão caupi. **Ciência Agroambiental**, v.13, n.2, p.50-56, 2015.

COUSENS, R.; Aspects of the design and interpretation of competition (interference) experiments. **Weed Technology**, v.5, n.3, p.664-673, 1991.

COUSENS, R.; O'NEILL, M. Density dependence of replacement series experiments. **Oikos**, v. 66, n.2, p.347-352, 1993.

DÉLYE, C.; JASIENIUK, M.; LE CORRE, V. Deciphering the evolution of herbicide resistance in weeds. **Trends in Genetics**, v.29, n.11, p.649-658, 2013.

DOMINGUES, M.A.C.; ALMEIDA, R.R.; TOMIWAKA, M.M.; GALLO, C.R.; GLORIA, E.M.; DIAS, C.T.S. Ocorrência de desoxinivalenol em trigo nacional e importado utilizado no Brasil. **Ciência Tecnologia Alimentar**, v.27, n.1, p.181-185, 2007.

EMBRAPA: Empresa brasileira de pesquisa agropecuária. Centro Nacional de Pesquisa Agropecuária de Solos (Brasília, DF). Sistema brasileiro de classificação de solos. Brasília: Embrapa Produção de Informação; Brasília, DF: Embrapa Solos. p. 154. 2013.

FONTANA, L.C.; SCHAEGLER, C.E.; ULGUIM, A.R.; AGOSTINETTO, D.; OLIVEIRA, C.; Barley competitive ability in coexistence with black oat or wild radish. **Cientifica**, v.43, n.1, p.22-29, 2015.

FONTANELI, R.S.; SANTOS, H.P.; FONTANELI, R.S. Morfologia de gramíneas forrageiras. In: Forrageiras para Integração Lavoura-Pecuária-Floresta na Região Sul-Brasileira. Embrapa, ed.2, 544 p. 2012.

FORTE, C.T.; BASSO, F.J.M.; GALON,L.; AGAZZI,L.R.; NONEMACHER,G.C. Habilidade competitiva de cultivares de soja transgênica convivendo com plantas daninhas. **Agrária**, v.12, n.2, p.185-193, 2017.

FORTE, C.T. Soil management systems and their effect on the weed seed bank. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.53, n.4, p.435-442, 2018.

GALON, L.; AGOSTINETTO, D. Comparison of empirical models for predicting yield loss of irrigated rice (*Oryza sativa*) mixed with *Echinochloa* spp. **Crop Protection**, v. 28, n.10, p. 825-830, 2009.

GALON, L.; TIRONI, S.P.; ROCHA, P.R.R.; CONCENÇO, G.; SILVA, A.F.; VARGAS, L.; SILVA, A.A.; FERREIRA, E.A.; MINELLA, E.; SOARES, E.R.; FERREIRA, F.A. Habilidade competitiva de cultivares de cevada convivendo com azevém. **Planta Daninha**, v. 29, n. 4, p. 771-781, 2011.

GALON, L.; AGAZZI, L.R.; VARGAS, L.; NONEMACHER, F.; BASSO, F.J.M.; PERIN, G.F.; FERNANDES, F.F.; FORTE, C.T.; ROCHA, A.A.; TREVISOL, R.; WINTER, F.L. Competitive ability of canola hybrids with weeds. **Planta Daninha**, v. 33, n. 3, p. 413-423, 2015.

GEST, H. History of the word photosynthesis and evolution of its definition. **Photosynthesis Research**, v.73, n.1-3, p.7-10, 2002.

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

JADOSKI, S. O.; KLAR, A. E.; SALVADOR, E. D. Relações hídricas e fisiológicas em plantas de pimentão ao longo de um dia. **Ambiência**, v. 1, n. 1, p. 11-19, 2005.

JOSHI, A. K.; KUMARI, M.; SINGH, V. P.; REDDY, C. M.; KUMAR, S.; RANE, J.; CHAND, R. Stay green trait: variation, inheritance and its association with spot blotch resistance in spring wheat (*Triticum aestivum* L.). **Euphytica**, v. 153, n. 1, p. 59-71, 2007.

LAMEGO, F.P.; RUCHEL, Q.; KASPARY, T.E.; GALLON, M.; BASSO, C.J.; SANTI, A.L. Habilidade competitiva de cultivares de trigo com plantas daninhas. **Planta Daninha**, v. 31, n. 3, p. 521-531, 2013.

MACHADO, E. C.; SCHMIDT, P.T.; MEDINA, C.L.; RIBEIRO, R.V. Respostas da fotossíntese de três espécies de citros a fatores ambientais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 40, n. 12, p. 1161-1170, 2005.

MARIANI, F.; VARGAS, L.; AGOSTINETTO, D.; SILVA, D.R.O.; FRAGA, D.S.; SILVA, B.M. Herança da resistência de *Lolium multiflorum* ao iodosulfuronmethyl sodium. **Planta Daninha**, v. 33, n. 2, p. 351-356, 2016.

MORAES, P. V. D.; AGOSTINETTO, D.; GALON, L.; RIGOLI, R. P. Competitividade relativa de soja com arroz-vermelho. **Planta Daninha**, v.27, n.1, p.35-40, 2009.

NAIR, R. Developing tetraploid perennial ryegrass (*Lolium perenne* L.) populations. **Journal of Agricultural Research New Zeland**, v. 47, n. 1, p. 4549, 2004.

NETO, A.A.O.; SANTOS, C.M.R. **A cultura do trigo**. Companhia Nacional do Abastecimento. Brasília: Conab, 2017. 218 p. Disponível em: <http://www.conab.gov.br>. Acessado em: 10/03/2019.

PEREIRA, R. C.; DAVIDE, L.C.; TECHIO, V.H.; TIMBO, A.L.O. Duplicação cromossômica de gramíneas forrageiras: uma alternativa para programas de melhoramento genético. **Ciência Rural**, v. 42, n. 7, p. 1278-1285, 2012.

RIGOLI, R.P.; AGOSTINETTO, D.; SCHAEGLER, C.E.; DAL MAGRO, T.; TIRONI, S. 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.

ROLAS - Rede oficial de laboratórios de análise de solo e de tecido vegetal. 2016. Manual de adubação e calagem para os estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina. 10.ed. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. 376p.

ROUSH, M.L.; RADOSEVICH, S.; WAGNER, R.G.; MAXWELL.B.; PETERSON, T.D. A comparison of methods for measuring effects of density and proportion in plant competition experiments. **Weed Science**, v.37, n.2, p.268-275, 1989.

SCHEUER, P.M.; FRANCISCO, A.; MIRANDA, M.Z.; LIMBERGER, V.M. Trigo: características e utilização na panificação. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, v.13, n.2, p.211-222, 2011.

SMITH, K.F.; FARLANE, N.M.; CROFT, V.V.; TRIGG, P.J.; KEARNEY, G.G. The effects of ploidy and seed mass on the emergence and early vigour of perennial ryegrass (*Lolium perenne*). **Journal of Agricultural Science**, v. 136, n. 1, p. 65-74, 2001.

TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MOLLER, I.M.; MURPHY, A. **Fisiologia e desenvolvimento vegetal**. 6ª Edição. Porto Alegre: Artmed, 2017.

TIRONI, S.P.; GALON, L.; SILVA, A.F.; FIALHO, C.M.T.; ROCHA, P.R.R.; FARIA, A.T.; ASPIAZÚ, I.; FORTE, C.T.; SILVA, A.A.; RADUNZ,A.L. Época de emergência de azevém e nabo sobre a habilidade competitiva da cultura da cevada. **Ciência Rural**, v.44, n.9, p.1527-1533.2014.

VIAN, A.L.; SANTIN, A.L.; AMADO, T.J.C.; CHERUBIN, M.M.; SIMON, D.H.; MELO, J.D.; BREDEMEIER, C. Variabilidade espacial da produtividade de milho irrigado e sua correlação com variáveis explicativas de planta. **Ciência Rural**, v.46, n.3, p.464-471, 2016.

VILÁ, M.; WILLIAMSON, M.; LONSDALE, M. Competition experiments on alien weeds with crops: lessons for measuring plant invasion impact. **Biological Invasions**, v.6, n.1, p.59-69, 2004.

WANIC, M.; M. JASTRZEBSKA.; M.; KOSTRZEWSKA, M.K.; TREDER, K. Competition between spring barley (*Hordeum vulgare* L.) and italian ryegrass (*Lolium*

multiflorum Lam.) under different water supply conditions. **Acta Agrobotanica**, v.66, n.3, p.73-80, 2013.

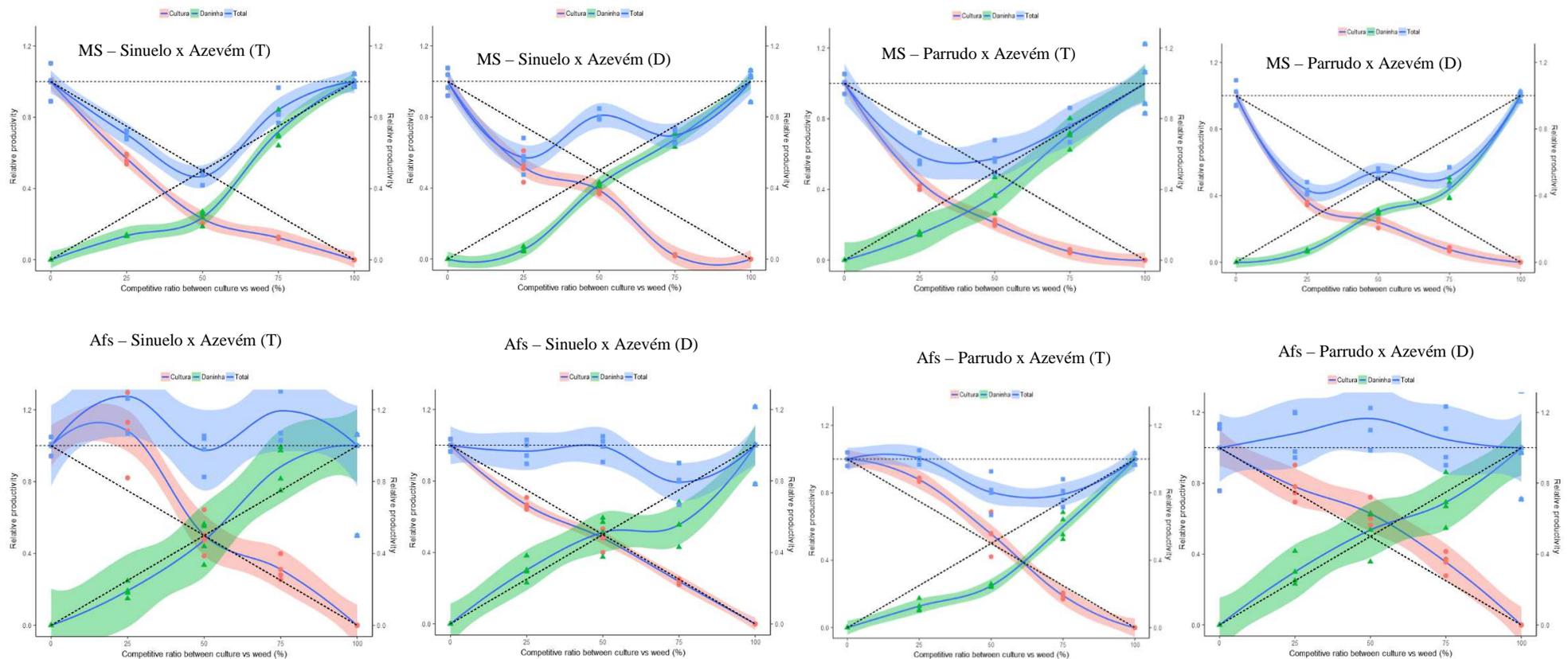


Figura 1. Variáveis associadas à fotossíntese de plantas de trigo das cultivares TBIO Sinuelo e BRS Parrudo (●), em competição com a planta daninha azevém tetraploide (T) e diploide (D) (▲) e produtividade relativa total (PRT) da comunidade (■), em função da proporção de plantas. MS = massa seca de plantas; Afs = taxa fotossintética. Áreas coloridas representam o intervalo de confiança das regressões a 5% de probabilidade. UFFS, Erechim-RS.

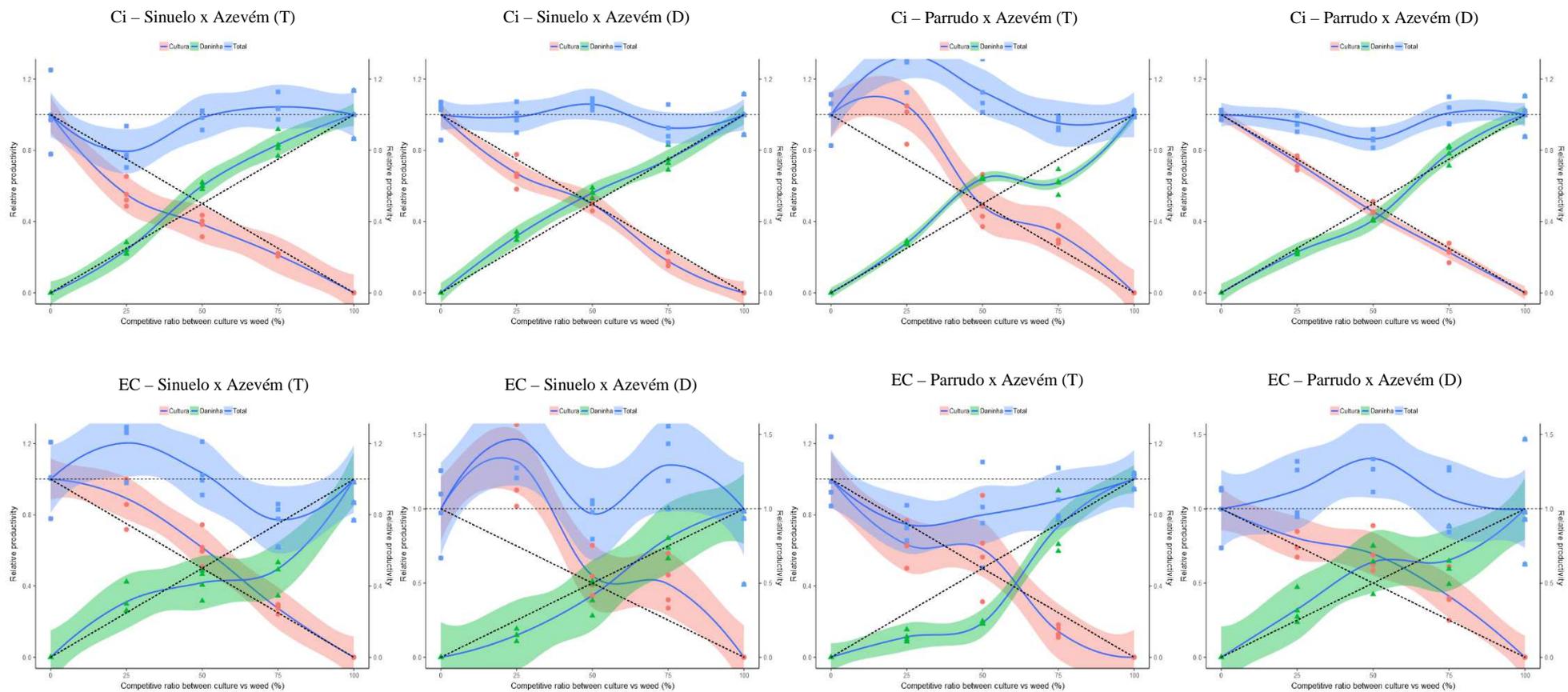


Figura 2. Variáveis associadas à fotossíntese de plantas de trigo das cultivares TBIO Sinuelo e BRS Parrudo (●), em competição com a planta daninha azevém tetraploide (T) e diploide (D) (▲) e produtividade relativa total (PRT) da comunidade (■), em função da proporção de plantas. Ci = concentração de CO₂ no mesofilo foliar; EC = eficiência carboxilativa. Áreas coloridas representam o intervalo de confiança das regressões a 5% de probabilidade. UFFS, Erechim-RS.

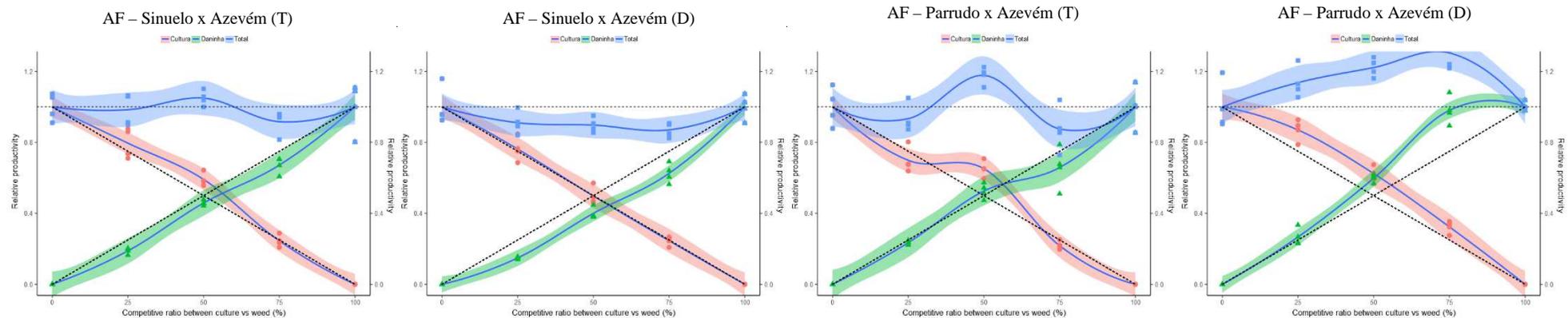


Figura 3. Variáveis associadas à fotossíntese de plantas de trigo das cultivares TBIO Sinuelo e BRS Parrudo (●), em competição com a planta daninha azevém tetraploide (T) e diploide (D) (▲) e produtividade relativa total (PRT) da comunidade (■), em função da proporção de plantas. AF = área foliar. Áreas coloridas representam o intervalo de confiança das regressões a 5% de probabilidade. UFFS, Erechim-RS.

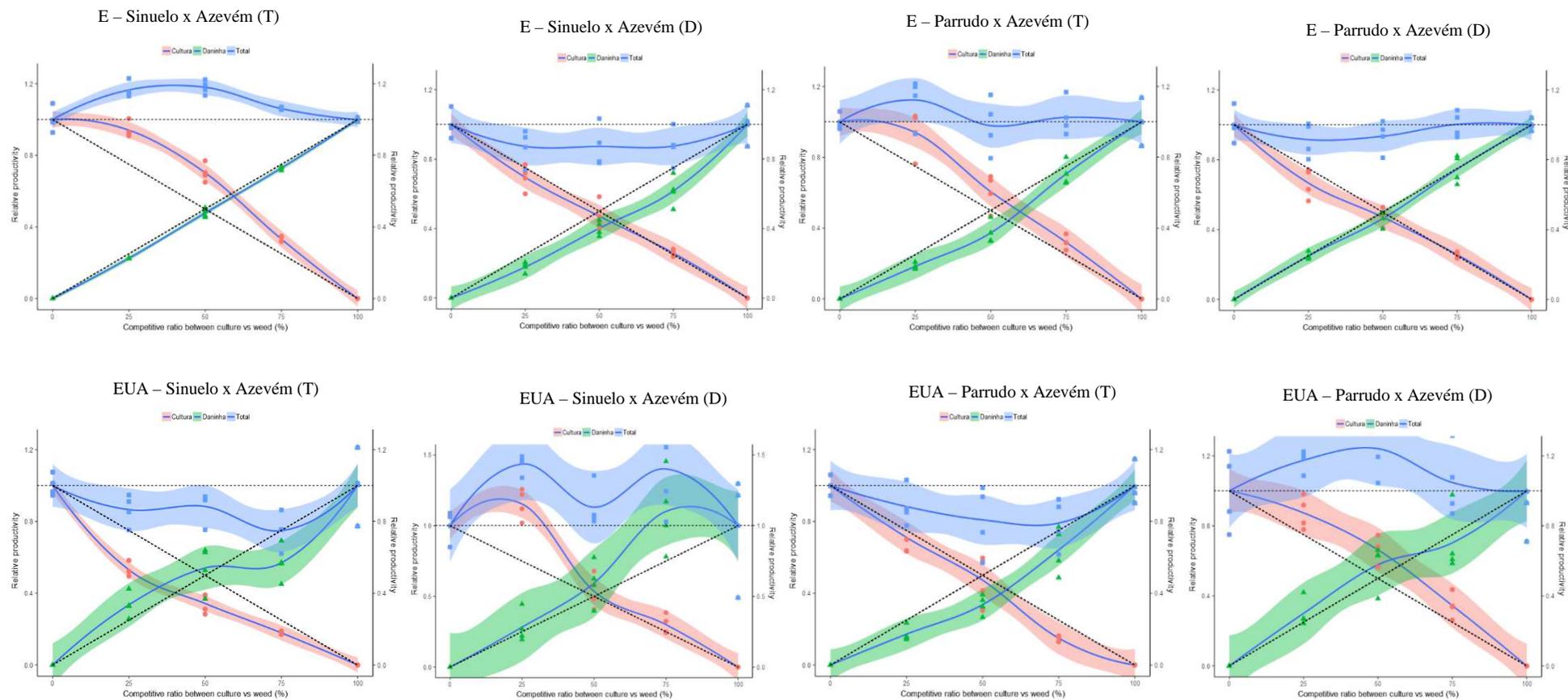


Figura 4. Variáveis associadas ao uso da água de plantas de trigo das cultivares TBIO Sinuelo e BRS Parrudo (●), em competição com a planta daninha azevém tetraploide (T) e diploide (D) (▲) e produtividade relativa total (PRT) da comunidade (■), em função da proporção de plantas. E= taxa de transpiração; EUA= eficiência fisiológica do uso da água. Áreas coloridas representam o intervalo de confiança das regressões a 5% de probabilidade. UFFS, Erechim-RS.

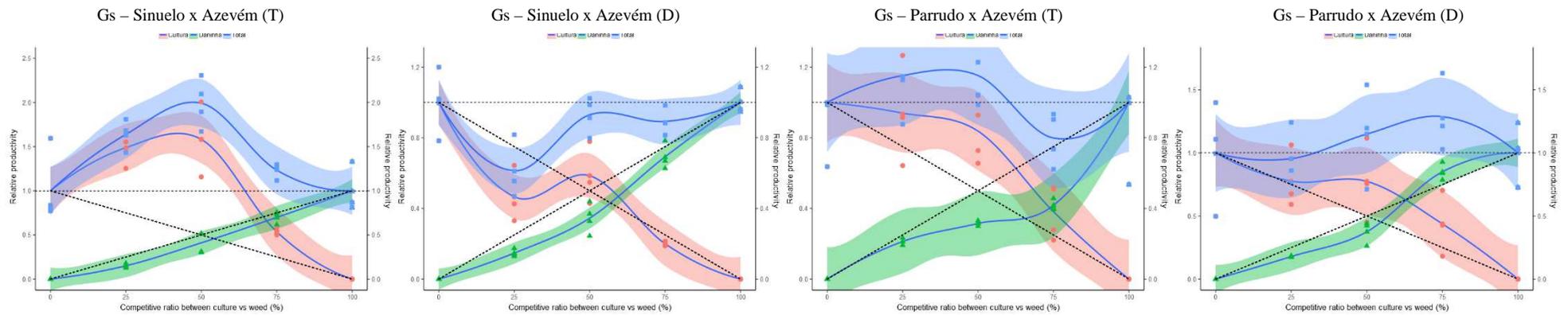


Figura 5. Variáveis associadas ao uso da água de plantas de trigo das cultivares TBIO Sinuelo e BRS Parrudo (●), em competição com a planta daninha azevém tetraploide (T) e diploide (D) (▲) e produtividade relativa total (PRT) da comunidade (■), em função da proporção de plantas. Gs = condutância estomática. Áreas coloridas representam o intervalo de confiança das regressões a 5% de probabilidade. UFFS, Erechim-RS.

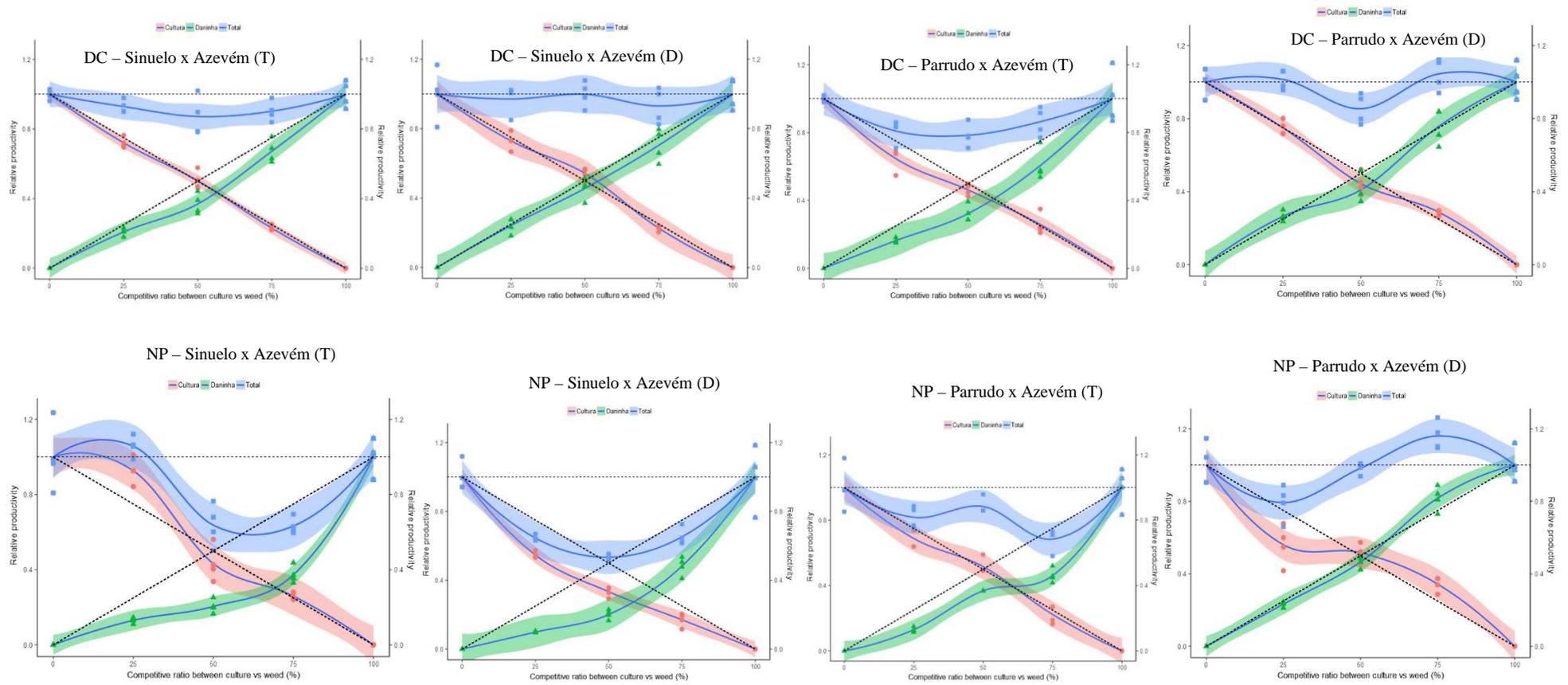


Figura 6. Variáveis associadas ao uso da água de plantas de trigo das cultivares TBIO Sinuelo e BRS Parrudo (●), em competição com a planta daninha azevém tetraploide (T) e diploide (D) (▲) e produtividade relativa total (PRT) da comunidade (■), em função da proporção de plantas. DC = diâmetro de colmos e NP = número de perfilhos. Áreas coloridas representam o intervalo de confiança das regressões a 5% de probabilidade. UFFS, Erechim-RS.

Tabela 1. Diferenças entre plantas associadas ou não dos cultivares de trigo TBIO Sinuelo e BRS Parrudo e de biótipos de azevém para as variáveis morfológicas, altura de plantas, diâmetro de colmo, área foliar, número de perfilho e massa seca da parte aérea, aos 50 dias após a emergência das plantas. UFFS, Erechim-RS.

Prop. de plantas (Trigo: competidor)	Altura de planta (cm)	Diâmetro de colmo (mm)	Área foliar (cm ² vaso ⁻¹)	Número de perfilho (planta vaso ⁻¹)	Massa seca (g vaso ⁻¹)
Cultivar de trigo TBIO Sinuelo					
100:00	33,05	2,65	49,95	4,45	20,89
75:25	32,45	2,58	53,00	5,50	15,84*
50:50	31,40	2,88	59,08*	3,85	9,63*
25:75	31,90	2,41	48,91	4,62	10,32*
C.V (%)	6,50	10,30	10,80	15,20	8,30
Competidor Azevém Tetraploide					
0:100	28,81	1,86	43,61	9,10	20,59
25:75	30,00	1,74	39,08	4,53*	19,73
50:50	29,80	1,69	39,99	3,73*	9,77*
75:25	25,00	1,79	32,88*	4,75*	11,15*
C.V (%)	4,80	15,50	10,60	13,40	10,60
Cultivar TBIO Sinuelo					
100:00	32,85	2,50	57,22	5,62	24,73
75:25	31,45	2,15	58,16	4,10*	17,14*
50:50	30,80	2,31	56,95	3,75*	19,22*
25:75	31,05	2,58	56,10	3,82*	2,14*
C.V (%)	3,90	16,00	11,30	13,70	11,60
Competidor Azevém Diploide					
0:100	29,11	2,50	48,75	7,85	10,61
25:75	24,55	2,15	40,66*	5,05*	9,55*
50:50	23,86	2,31	38,99*	3,15*	8,90*
75:25	23,93	2,58	28,99*	3,10*	2,25*
C.V (%)	7,40	16,00	8,40	18,20	8,20
Cultivar BRS Parrudo					
100:00	31,70	2,32	62,58	3,05	16,44
75:25	31,60	2,23	58,33	2,80	9,77*
50:50	30,90	2,33	81,57*	3,15	6,94*
25:75	31,00	2,14	54,50	2,72	3,19*
C.V (%)	5,00	7,70	10,70	16,70	12,30
Competidor Azevém Tetraploide					
0:100	29,10	2,08	45,05	7,20	17,75
25:75	28,55	1,86*	39,55	4,42*	16,87
50:50	28,45	1,54*	47,41	5,30*	12,95*
75:25	25,65	1,73*	42,33	3,73*	10,52*
C.V (%)	7,00	12,10	12,40	11,30	18,10
Cultivar BRS Parrudo					
100:00	31,30	3,55	53,62	2,88	19,61
75:25	32,30	3,55	62,22	2,15	9,54*
50:50	32,50	3,15	66,95*	2,98	9,45*
25:75	35,20	4,08*	69,44*	3,95*	5,92*
C.V (%)	6,50	8,70	10,50	14,50	10,30
Competidor Azevém Diploide					
0:100	29,80	2,33	34,66	4,72	18,80
25:75	30,55	2,35	45,33*	5,15	11,00*
50:50	25,95	1,91	41,44*	4,40	11,32*
75:25	26,05	2,47	36,99	4,40	5,21*
C.V (%)	7,60	13,90	10,90	8,60	8,30

* Média difere da testemunha (T) pelo teste de Dunnett ($p \leq 0,05$).

Tabela 2. Diferenças entre plantas associadas ou não dos cultivares de trigo TBIO Sinuelo e BRS Parrudo e de biótipos de azevém para as variáveis fisiológicas, atividade fotossintética - A, concentração interna de CO₂ - Ci, eficiência carboxidativa - EC, transpiração - E, eficiência do uso da água - EUA e condutância estomática - GS aos 50 dias após a emergência das plantas. UFFS, Erechim-RS.

Proporção de plantas (Trigo: competidor)	A ($\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$)	Ci ($\mu\text{mol mol}^{-1}$)	EC ($\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{s}^{-1}$)	E ($\text{mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{s}^{-1}$)	EUA ($\text{mol CO}_2 \text{ mol H}_2\text{O}^{-1}$)	GS ($\text{mol m}^{-1} \text{s}^{-1}$)
Cultivar de trigo TBIO Sinuelo						
100:00	44,36	260,50	0,17	7,82	5,68	0,78
75:25	39,40	192,25*	0,21	9,81*	4,02*	1,54*
50:50	42,64	200,25*	0,22	11,00*	3,90*	2,46*
25:75	42,28	220,50	0,19	10,39*	4,07*	1,66
C.V (%)	8,00	16,00	16,30	6,60	9,80	22,80
Competidor Azevém Tetraploide						
0:100	27,27	251,00	0,11	8,62	3,17	0,86
25:75	20,18	278,50	0,07	8,38	2,41	0,80
50:50	27,95	301,25	0,09	8,23*	3,43	0,71
75:25	32,90	241,50	0,14	7,75*	4,25	0,52*
C.V (%)	21,80	9,70	27,60	3,00	23,20	23,70
Cultivar TBIO Sinuelo						
100:00	36,73	234,50	0,15	6,73	5,49	1,73
75:25	53,02*	209,50	0,26*	6,24	8,45*	1,07*
50:50	36,93	233,50	0,16	6,35	5,89	2,02
25:75	45,75	166,50*	0,29*	6,98	6,59	1,38
C.V (%)	20,20	13,10	33,20	12,20	18,70	23,80
Competidor Azevém Diploide						
0:100	26,88	215,25	0,13	6,13	4,39	0,72
25:75	31,64	215,00	0,14	5,04*	6,44	0,66
50:50	25,41	241,50	0,11	4,93*	5,21	0,50*
75:25	20,68	274,25	0,08	4,38*	4,95	0,42*
C.V (%)	28,60	7,70	35,50	13,80	35,50	14,70
Cultivar BRS Parrudo						
100:00	48,24	157,25	0,31	5,34	9,04	0,77
75:25	56,49	220,00*	0,26	6,70	8,57	0,96
50:50	53,64	153,50	0,38	6,48	8,54	1,29
25:75	36,82*	208,25	0,18	6,84*	5,41*	1,18
C.V (%)	12,60	20,50	34,1	14,30	20,70	34,60
Competidor Azevém Tetraploide						
0:100	43,03	212,00	0,20	5,11	8,49	0,95
25:75	34,44*	175,50*	0,20	4,81	7,26	0,53*
50:50	21,31*	272,00*	0,08*	3,81*	5,71*	0,60*
75:25	21,96*	237,50*	0,09*	3,76*	5,84*	0,81
C.V (%)	13,50	4,60	19,10	13,20	19,90	27,80
Cultivar BRS Parrudo						
100:00	35,87	224,25	0,16	4,94	1,06	1,06
75:25	37,36	218,75	0,17	5,76	1,10	1,10
50:50	45,14	204,50	0,22	6,56	1,65	1,65
25:75	50,95*	204,00	0,26*	6,81*	1,86	1,86
C.V (%)	16,00	12,20	30,70	18,90	46,80	46,80
Competidor Azevém Diploide						
0:100	28,32	254,50	0,11	4,93	0,84	0,84
25:75	26,16	265,50	0,10	4,63	0,95	0,95
50:50	30,39	207,50*	0,15	5,71	0,63*	0,63*
75:25	33,99	232,50	0,15	5,93	0,60*	0,60*
C.V (%)	27,50	7,30	33,30	28,70	17,20	17,20

* Média difere da testemunha (T) pelo teste de Dunnett ($p \leq 0,05$).

Tabela 3. Índices de competitividade entre as cultivares de trigo TBIO Sinuelo e BRS Parrudo com biótipos de azevém diploide e tetraploide, expressos por competitividade relativa (CR), coeficientes de agrupamentos relativos (K) e de agressividade (A), obtidos em experimentos conduzidos em séries substitutivas, aos 50 dias após a emergência das plantas. UFFS, Erechim, RS.

Variáveis	CR	K _X (trigo)	K _Y (competidor)	A
	Diâmetro de colmo (mm)			
TBIO Sinuelo X Azevém	1,207 (±0,086)	1,194 (±0,066)*	0,854 (±0,099)	0,087 (±0,030)
TBIO Sinuelo X Azevém	1,453(±0,104)*	0,864 (±0,056)*	0,482 (±0,058)	0,140 (±0,025)*
BRS Parrudo X Azevém	1,372 (±0,046)*	1,031 (±0,119)*	0,596 (±0,077)	0,134 (±0,008)*
BRS Parrudo X Azevém	1,112 (±0,128)	0,815 (±0,101)	0,717 (±0,12)	0,034 (±0,053)
Número de perfilho				
TBIO SinueloX Azevém	2,136 (±0,225)*	0,804 (±0,167)*	0,259 (±0,029)	0,228 (±0,044)*
TBIO Sinuelo X Azevém	1,698 (±0,184)*	0,502 (±0,032)*	0,252 (±0,021)	0,133 (±0,027)*
BRS Parrudo X Azevém	1,403 (±0,067)*	1,086 (±0,118)*	0,582 (±0,000)	0,148 (±0,025)*
BRS Parrudo X Azevém	1,119 (±0,089)	1,089 (±0,106)	0,876 (±0,051)	0,052 (±0,038)
Massa seca (g vaso ⁻¹)				
TBIO SinueloX Azevém	0,995 (±0,102)	0,300 (±0,015)	0,313 (±0,031)	-0,007 (±0,023)
TBIO Sinuelo X Azevém	0,927 (±0,037)	0,638 (±0,038)	0,723 (±0,014)	-0,031 (±0,016)
BRS Parrudo X Azevém	0,607 (±0,088)*	0,268 (±0,010)	0,595 (±0,108)	-0,154(±0,045)*
BRS Parrudo X Azevém	0,801 (±0,045)*	0,318 (±0,021)*	0,431 (±0,009)	-0,060 (±0,014)*
Atividade Fotossintética (µmol m ⁻² s ⁻¹)				
TBIO SinueloX Azevém	0,984 (±0,160)	0,942 (±0,102)	1,108 (±0,19)	-0,032 (±0,074)
TBIO Sinuelo X Azevém	1,139 (±0,260)	1,091 (±0,253)	0,952 (±0,187)	0,030 (±0,093)
BRS Parrudo X Azevém	2,251 (±0,240)*	1,362 (±0,306)*	0,329 (±0,007)	0,308 (±0,056)*
BRS Parrudo X Azevém	1,231 (±0,180)	1,773 (±0,286)	1,266 (±0,266)	0,093 (±0,064)
Concentração interna de CO ₂ (µmol mol ⁻¹)				
TBIO SinueloX Azevém	0,641 (±0,046)*	0,632 (±0,065)*	1,503 (±0,049)	-0,216(±0,028)*
TBIO Sinuelo X Azevém	0,890 (±0,038)	0,996 (±0,057)*	1,283 (±0,064)	-0,063 (±0,023)
BRS ParrudoX Azevém	0,076 (±0,096)	1,068 (±0,313)	1,790 (±0,02)	-0,153 (±0,061)
BRS Parrudo X Azevém	1,119 (±0,056)	0,847 (±0,076)	0,688 (±0,004)	0,048 (±0,023)
Eficiência carboxidativa mol CO ₂ m ⁻² s ⁻¹)				
TBIO SinueloX Azevém	1,509 (±0,174)	1,754 (±0,403)	0,742 (±0,108)	0,197 (±0,061)*
TBIO Sinuelo X Azevém	1,458 (±0,414)	1,478 (±0,538)	0,757 (±0,155)	0,133 (±0,114)
BRS Parrudo X Azevém	3,151 (±0,664)*	3,390 (±2,232)	0,239 (±0,005)	0,413 (±0,124)*
BRS Parrudo X Azevém	1,139 (±0,182)	3,286 (±1,531)	2,142 (±0,548)	0,054 (±0,093)
Área foliar (cm ² vaso ⁻¹)				
TBIO SinueloX Azevém	1,29 (±0,041)*	1,463 (±0,119)*	0,848 (±0,025)	0,133 (±0,010)*
TBIO Sinuelo X Azevém	1,254 (±0,099)	1,008 (±0,111)*	0,670 (±0,047)	0,098 (±0,037)
BRS Parrudo X Azevém	1,247 (±0,084)	1,910 (±0,196)*	1,123 (±0,095)	0,126(±0,037)*
BRS Parrudo X Azevém	1,044(±0,025)	1,682(±0,139)	1,492 (±0,068)	0,027 (±0,015)
Transpiração (mol H ₂ O)				
TBIO SinueloX Azevém	1,477 (±0,083)*	2,446 (±0,319)*	0,917 (±0,044)	0,225 (±0,034)*
TBIO Sinuelo X Azevém	1,170 (±0,054)*	0,930 (±0,164)	0,678 (±0,06)	0,070 (±0,024)
BRS Parrudo X Azevém	1,634 (±0,098)*	1,657 (±0,305)*	0,607 (±0,087)	0,234 (±0,034)*
BRS Parrudo X Azevém	1,018 (±0,021)	0,905 (±0,088)	0,871 (±0,07)	0,009 (±0,011)
Eficiência do uso da água (mol CO ₂ mol H ₂ O ⁻¹)				
TBIO SinueloX Azevém	0,682 (±0,137)	0,529 (±0,062)	1,289 (±0,276)	-0,198 (±0,086)
TBIO Sinuelo X Azevém	0,984 (±0,245)	1,275 (±0,314)	1,791 (±0,596)	-0,058 (±0,116)
BRS Parrudo X Azevém	1,384 (±0,106)*	0,996 (±0,252)	0,514 (±0,06)	0,137 (±0,044)*
BRS Parrudo X Azevém	1,204 (±0,18)	2,084 (±0,34)	1,508 (±0,3)	0,085 (±0,073)
Condutância estomática (mol m ⁻¹ s ⁻¹)				
TBIO SinueloX Azevém	4,267 (±0,997)*	-3,694(±1,229)*	0,751 (±0,178)	1,172 (±0,221)*
TBIO Sinuelo X Azevém	1,848 (±0,470)	1,729 (±0,619)	0,544 (±0,096)	0,241 (±0,107)
BRS Parrudo X Azevém	2,674 (±0,314)*	-2,274 (±8,516)	0,46 (±0,014)	0,523 (±0,093)*
BRS Parrudo X Azevém	2,037 (±0,218)*	-0,541 (±3,049)	0,619 (±0,096)	0,400 (±0,107)*

* Diferença significativa pelo teste “t” (p≤0,05). Valores entre parênteses representam o erro padrão da média.