

INTERAÇÕES COMPETITIVAS DE TRITICALE (*Triticum turgidosecale*) E NABIÇA (*Raphanus raphanistrum*) EM FUNÇÃO DA POPULAÇÃO E PROPORÇÃO DE PLANTAS¹

*Competitive Interactions of Triticale (*Triticum turgidosecale*) and Jointed Charlock (*Raphanus raphanistrum*) in Function of Plant Population and Proportion*

YAMAUTI, M.S.², ALVES, P.L.C.A.³ e CARVALHO, L.B.⁴

RESUMO - Este trabalho foi realizado com o objetivo de quantificar as interações competitivas e os índices de competitividade entre plantas de triticale e nabiça. A metodologia utilizada foi a de um experimento em monocultura, que variou de 25 a 500 plantas m⁻² para determinar o valor a partir do qual a produção se torna independente do aumento da densidade para cada espécie, e um experimento substitutivo, com população total de 300 plantas m⁻² e sete proporções de nabiça: triticale (0:300, 50:250, 100:200, 150:150, 200:100, 250:50 e 300:0), sendo conduzidos em delineamento experimental de blocos casualizados, com cinco repetições. Os resultados foram analisados pelo método convencional de análise de experimentos substitutivos e pelo método da produção recíproca total e por planta. Os índices calculados, a partir da massa seca das plantas, indicaram o triticale como competidor superior à nabiça.

Palavras-chave: experimento substitutivo, competição interespecífica, competição intraespecífica, índices de competição.

ABSTRACT - This work aimed to quantify the competitive interactions and competitive indexes between triticale and radish. The methodology applied consisted of a monoculture experiment that varied from 25 to 500 plants m⁻² to determine the value at which the production became independent from density increase for each species and a replacement series experiment with a total density of 300 plants m⁻² and seven proportions of radish: triticale (0:300, 50:250, 100:200, 150:150, 200:100, 250:50 and 300:0), in a completely randomized block design with five replications. The results were analyzed through conventional replacement series analysis, using reciprocal total yield and per plant. Replacement series indexes calculated from dry weight data indicated triticale as competitively superior to jointed charlock.

Keywords: replacement series experiment, inter-specific competition, intra-specific competition, competition index.

INTRODUÇÃO

A competição entre plantas ocorre quando um (ou mais) dos recursos essenciais ao seu desenvolvimento e crescimento encontra-se em quantidade limitada para atender às necessidades de todos os indivíduos presentes

no meio (Rigoli et al., 2008). As plantas podem competir entre si (competição intraespecífica) e com outras espécies (competição interespecífica) pelos recursos luz, água, nutrientes e, em algumas situações, também por CO₂ (Agostinetto et al., 2008). A duração da competição determina prejuízos variáveis no

¹ Recebido para publicação em 1.7.2010 e na forma revisada em 18.2.2011.

² Doutoranda em Agronomia do Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista – FCAV/UNESP, Via de Acesso Prof. Paulo Donato Castellane, s/n, 14884-900 Jaboticabal-SP, Bolsista Fapesp, <micheliyamauti@yahoo.com.br>; ³ Professor Adjunto, Dep. de Biologia Aplicada à Agropecuária, FCAV/UNESP, Jaboticabal-SP, <plalves@fcav.unesp.br>; ⁴ Doutorando em Agronomia do Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal, FCAV/UNESP, Bolsista CNPq, <agrolbcarvalho@yahoo.com.br>.



crescimento e no desenvolvimento e, conseqüentemente, na produção das culturas (Christoffoleti & Victória Filho, 1996; Lamego et al., 2004; Sanchez-Olguín et al., 2007).

O grau de competição depende de fatores relacionados à comunidade infestante e à própria cultura. Entre os fatores ligados à comunidade infestante, a população de plantas pode ser considerada um dos mais importantes, de forma que, quanto maior a população da comunidade infestante, maior será a quantidade de indivíduos que disputam os mesmos recursos do ambiente e mais intensa será a competição sofrida pela cultura (Christoffoleti & Victória Filho, 1996).

Os métodos de estudo de competição de plantas devem considerar a população, o arrançamento espacial e a proporção (Radosevich, 1987). Esse autor agrupa esses métodos em aditivo, substitutivo, sistemático e vizinhança. Experimentos substitutivos são frequentemente utilizados para caracterizar as interações em estudos de interferência cultura-planta daninhas (Estorninos et al., 2002; Hoffman & Buhler, 2002; Hernandez et al., 2002; Cralle et al., 2003). A interpretação dos dados de experimento substitutivo resulta na medida da competitividade entre as espécies, com base na resposta relativa da variável em estudo, podendo ser: massa seca da parte aérea, área foliar, estatura, afilamento e índice de cobertura do solo; contudo, a resposta é dada pela variação da proporção de plantas associadas (Crotser & Witt, 2000; Estorninos et al., 2002; Cralle et al., 2003; Vida et al., 2006). O método é útil na avaliação do crescimento relativo em monocultura, nos efeitos da interferência entre duas espécies (ou tipos de planta) em uma população única total e na avaliação das interações de interferência entre espécies em mistura (Radosevich, 1987).

Raphanus raphanistrum (nabiça) é uma espécie invasora pertencente à família Brassicaceae (Cruciferae). No Brasil, ocorre com intensidade na região Sul e em menor escala na região Centro-Oeste. É uma espécie com grande capacidade de competição. Pela grande quantidade de sementes viáveis que forma, tende a infestar de modo intenso as culturas, especialmente de cereais de inverno (Lorenzi, 2006).

O triticale (*Triticum turgidosecale*) foi criado com a finalidade de combinar a produtividade e valor genético do trigo com a qualidade proteica e rusticidade do centeio (Embrapa, 1993); é uma cultura de inverno que vem suprindo os meses de escassez do milho e, no mercado, apresenta-se como substituto a um custo menor (Nagae et al., 2001).

O conhecimento da habilidade competitiva da cultura do triticale em relação à nabiça, utilizando-se experimento substitutivo, permite determinar a influência da população de plantas e da proporção destas e compreender as interações competitivas de práticas mais eficientes de manejo de plantas daninhas. Assim, o objetivo deste trabalho foi investigar a habilidade competitiva relativa do triticale com a nabiça, utilizando a metodologia de experimento substitutivo.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram conduzidos dois ensaios em área experimental pertencente ao Departamento de Biologia Aplicada à Agropecuária (FCAV-UNESP, campus de Jaboticabal), durante os meses de maio a agosto de 2007.

O primeiro experimento com monocultivos de triticale e nabiça foi realizado com o objetivo de determinar a população de plantas a partir da qual a massa seca da parte aérea por unidade de área (g m^{-2}) torna-se independente da população, de acordo com a "lei de produção final constante" (Radosevich et al., 1997). Esse experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado, com cinco repetições, em que sementes de triticale (*Triticum turgidosecale*) e de nabiça (*Raphanus raphanistrum*) foram semeadas equidistantes, em caixas de plástico de 36 x 30 x 15 cm, contendo substrato preparado com solo e areia (3:1 v/v). As populações testadas foram de 3, 6, 11, 22, 32, 43 e 54 plantas por vaso (equivalentes a 25, 50, 100, 200, 300, 400 e 500 plantas m^{-2}). A colheita foi realizada quando as plantas apresentavam 35 dias de idade (contados após a emergência), sendo a parte aérea cortada rente à superfície do solo e acondicionada em estufa de circulação renovada de ar a 60 °C até atingir massa constante, para obtenção da massa seca da parte aérea.

Para determinar a população total mínima a ser utilizada no experimento com tratamentos em séries substitutivas, os dados foram analisados pelo método do recíproco da produção por planta, segundo Spitters (1983). Os dados do recíproco da massa seca produzida por planta e população de plantas por metro quadrado foram submetidos à análise de regressão pelo modelo $y = a+bx$, em que y indica massa seca e x , a população. Em função dessa regressão, foi determinada a produção máxima teórica ($Y_{m\acute{a}x}$) e a população em que é atingida a produção de 50% (K_n). Em seguida, foi ajustada uma curva aos dados da produção de massa seca total e da população de plantas, por metro quadrado, segundo o modelo $y = x/(a+bx)$, em que y indica a massa seca total e x , a população. A população total mínima foi determinada quando não houve diferença entre a massa seca produzida em tal população e o valor do $Y_{m\acute{a}x}$, comparando-se pelo erro-padrão da média.

O experimento substitutivo foi instalado após a colheita do experimento com as monoculturas, em caixas de 36 x 30 x 15 cm, contendo uma população constante, porém com tratamentos representando diferentes proporções entre plantas de triticale e nabiça. As proporções foram uniformemente distribuídas nas caixas, com 0:300, 50:250, 100:200, 150:150, 200:100, 250:50 e 300:0, representando, respectivamente, as quantidades de plantas de triticale e nabiça por metro quadrado. Os tratamentos das proporções foram repetidos quatro vezes, em delineamento de blocos ao acaso. As plantas foram colhidas quando apresentavam 40 dias de idade (contados após a emergência). Como no primeiro ensaio, a biomassa da parte aérea das plantas foi coletada e depois seca em estufa de circulação renovada de ar a 60 °C por 48 horas, até atingir massa seca constante.

Os dados foram analisados por meio do método da análise gráfica da variação ou produtividade relativa, de forma semelhante aos trabalhos de Radosevich (1987), Roush et al. (1989), Cousens (1991), Bianchi et al. (2006) e Agostinetto et al. (2008) Esse procedimento é também conhecido como método convencional para experimentos substitutivos, o qual consiste na construção de um diagrama tendo por base as produtividades ou variações relativas (PR) e totais (PRT). Quando o resultado

de PR for uma linha reta, significa que as habilidades das espécies são equivalentes. Caso a PR resulte 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 seja menor que 1 (linha côncava), ocorre prejuízo mútuo ao crescimento (Cousens, 1991).

Os dados também foram analisados de acordo com Spitters (1983), em que o recíproco da massa seca produzida por planta de cada espécie, em função da população de plantas por metro quadrado, foi submetido à análise de regressão linear segundo o modelo: $y=a+bx_1+cx_2$, em que y indica o recíproco da massa seca; x_1 , a população da espécie 1; e x_2 , a população da espécie 2. Em função dos valores dos parâmetros b e c , das equações estimadas para cada espécie, foram determinados os índices ecológicos de competição intraespecífica de nabiça ($C_{n,n}$) e triticale ($C_{t,t}$), competição interespecífica de nabiça sobre triticale ($C_{n,t}$) e triticale sobre nabiça ($C_{t,n}$), competitividade relativa de nabiça (CR_n) e triticale (CR_t) e o índice de diferenciação de nicho (IDN).

Por fim, calcularam-se os índices de competitividade relativa (CR), coeficiente de agrupamento relativo (K) e agressividade (A), segundo Cousens & O'Neill (1993). A CR representa o crescimento comparativo do genótipo X em relação ao Y; K indica a dominância relativa de um genótipo sobre o outro; e o índice A aponta qual dos genótipos é o melhor competidor. A interpretação conjunta desses índices indica com maior segurança qual genótipo se manifesta mais competitivo (Cousens, 1991). O genótipo X é mais competitivo que Y quando $CR > 1$, $K_x > K_y$ e $A > 0$; por outro lado, o genótipo Y é mais competitivo que X quando $CR < 1$, $K_x < K_y$ e $A < 0$ (Hoffman & Buhler (2002). Para calcular esses índices, foi usada a proporção de 50:50.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Considerando o significado biológico dos coeficientes (Spitters, 1983), a produção



máxima de massa seca (Y_{\max}) da parte aérea do triticale foi de $169,49 \text{ g m}^{-2}$, e a da nabiça, de $123,46 \text{ g m}^{-2}$ (Figura 1A). A cada acréscimo de uma planta de triticale à população, a massa seca por planta foi reduzida em $0,0059 \text{ g}$. E a cada acréscimo de uma planta de nabiça à população, a produção foi reduzida em $0,0081 \text{ g}$ (Figura 1B). As populações que proporcionaram produção de 50% do acúmulo máximo teórico de massa seca (K_n) foram de $426,41 \text{ plantas m}^{-2}$ para triticale e de $60,51 \text{ plantas m}^{-2}$ para nabiça. A redução na produção de massa seca por planta a cada acréscimo individual foi menor para o triticale, indicando que essa espécie, em comparação à nabiça, apresentou menor competição intraespecífica. Da mesma maneira, como a população correspondente ao K_n da nabiça foi menor que a do K_n do triticale, fica evidente que a nabiça mostrou maior

sensibilidade à competição intraespecífica que o triticale.

O valor da população acima do qual a nabiça apresentaria produção semelhante à Y_{\max} ocorreu a partir de $300 \text{ plantas m}^{-2}$, considerando que não houve diferença comparando-se pelo erro-padrão da média (Figura 1A). Como a cultura não atingiu o Y_{\max} , o experimento substitutivo foi instalado com a população total de $300 \text{ plantas m}^{-2}$, conforme exigência essencial desse tipo de delineamento experimental (Jolliffe et al., 1984).

Em resultados de alguns experimentos substitutivos, duas espécies têm demanda semelhante pelos recursos do ambiente, mas diferem em suas respostas (Radosevich et al., 1997). Uma espécie é mais competitiva que a outra e contribui, para a produção total, mais

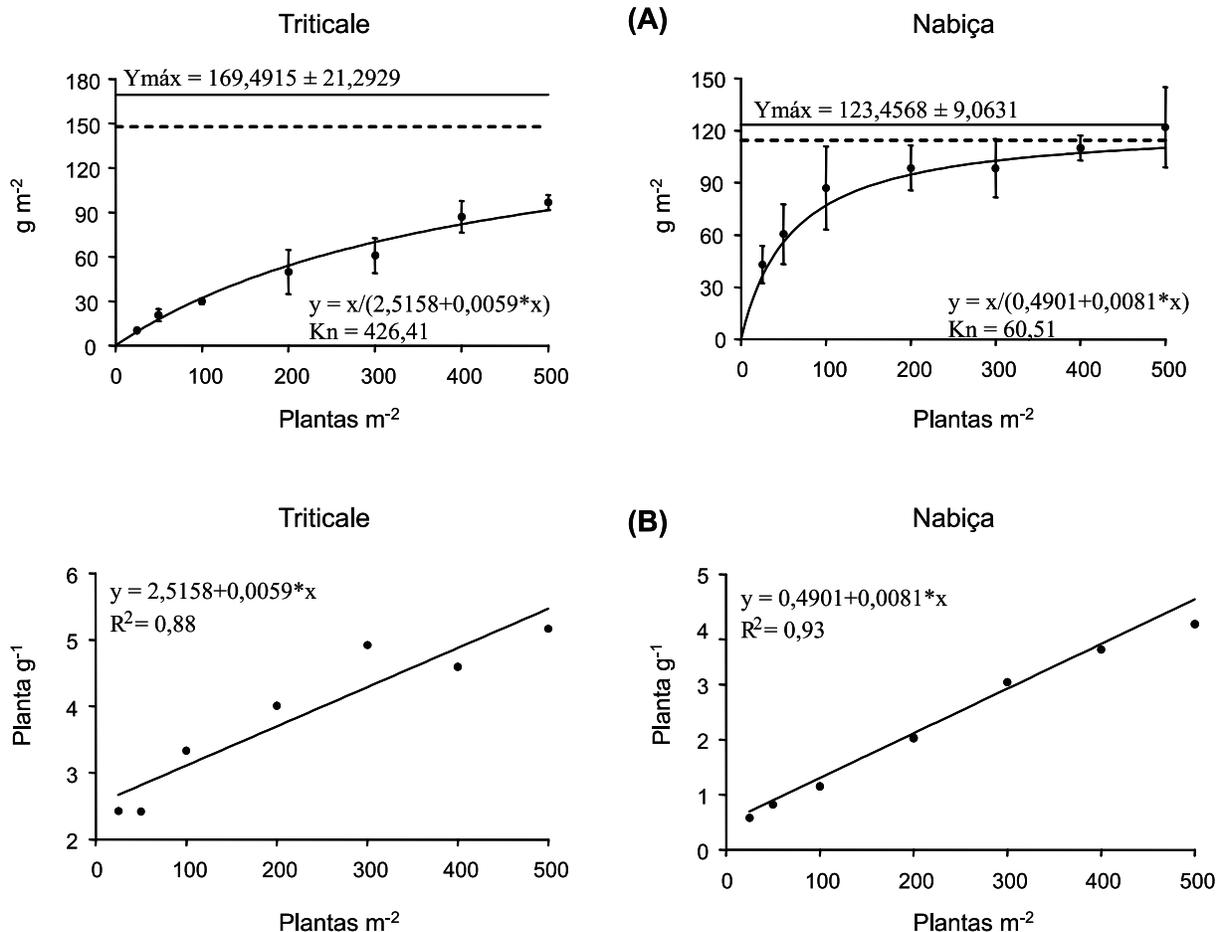


Figura 1 - Relação entre o recíproco da massa seca acumulada por planta e o número de plantas de triticale e nabiça, cultivadas em monocultura (A), e relação entre a massa seca acumulada e o número de plantas de triticale e nabiça, cultivadas em monocultura (B).

do que o esperado, enquanto a outra contribuiu menos que o esperado. Assim, uma curva é sempre côncava e a outra sempre convexa, indicando que interação entre as espécies ocorre pelos mesmos recursos do ambiente, porém que uma espécie captura recursos do meio de forma mais eficiente.

Os valores da produção obtidos na mistura das duas espécies desviaram da linha de produção esperada. O triticale produziu massa acima do esperado e a nabiça produziu abaixo do esperado. Assim, as plantas de triticale capturaram recursos do meio com maior eficiência que as de nabiça (Figura 2A) e, como espécie competidora, o triticale foi superior à nabiça. Essa maior produção do triticale elevou também a produção das duas espécies juntas, com o triticale se beneficiando do crescimento em convivência com a daninha. Esse melhor desempenho competitivo do triticale pode ser explicado pela sua emergência antes das plantas de nabiça e por seu crescimento mais rápido. Em estudo substitutivo similar, com duas espécies de poáceas, o trigo (*Triticum aestivum*) foi melhor competidor do que o azevém (*Lolium multiflorum*) por ter maior produção de área foliar e massa seca (Carson et al., 1999), e, em outro, o arroz daninho foi mais competitivo que o arroz (Fleck et al., 2008).

O recíproco da massa seca produzida por planta de triticale aumentou com o aumento da população de nabiça (Figura 2B). O coeficiente da população da cultura que quantifica a competição entre as plantas de triticale (competição intraespecífica) foi de 0,011997, e o coeficiente da população da planta daninha que quantifica o efeito das plantas de nabiça sobre as de triticale (competição interespecífica) foi de 0,004796.

A competitividade da espécie cuja massa seca está sendo considerada – neste caso, a cultura – em relação à outra espécie é definida pela razão entre esses coeficientes. Assim, a adição de uma planta de triticale resulta no mesmo que a adição de 2,5 plantas de nabiça. Pode-se inferir que uma planta de triticale sofreu interferência de outra planta de triticale no mesmo grau que a presença de 2,5 plantas de nabiça.

O recíproco da massa seca produzida por plantas de nabiça diminuiu com o aumento

na população do triticale (Figura 2B). De forma análoga ao apresentado para o triticale, o coeficiente da população da planta daninha que quantifica a competição entre as plantas de nabiça foi de 0,011428, e o coeficiente da população da cultura que quantifica o efeito da competição das plantas de triticale sobre

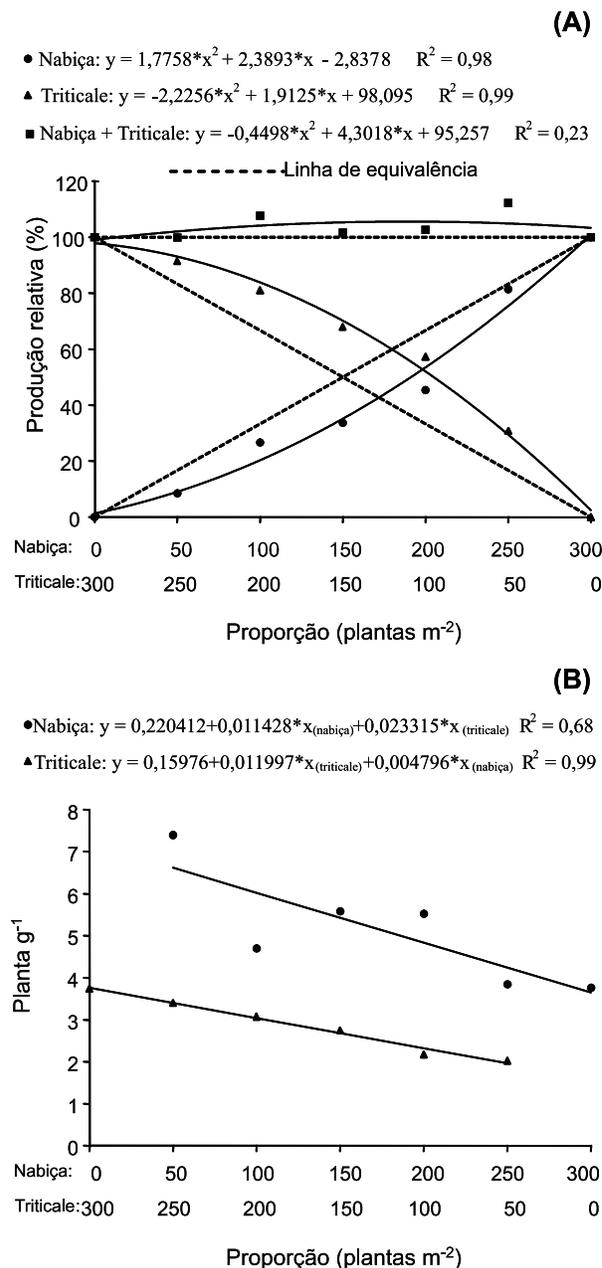


Figura 2 - Diagrama da série substitutiva ilustrando a relação entre a produção relativa em função da proporção de plantas de nabiça e triticale (A) e a relação entre o recíproco da massa seca acumulada por planta e a proporção de plantas de triticale e nabiça, cultivadas em convivência (B).



as de nabiça foi de 0,023315. Dessa forma, uma planta de nabiça sofreu interferência de outra, da mesma espécie, no mesmo grau que a presença de 0,49 planta de triticale. O fato de a competitividade do triticale em relação à nabiça ter sido de 2,5 plantas e a da nabiça em relação ao triticale de 0,49 indica que as duas espécies sofreram menor grau de competição quando tiveram plantas de nabiça como vizinhas.

O índice de diferenciação de nicho ecológico (IDN) (Tabela 1), de acordo com Spitters (1983), sugere que houve diferenciação para as duas espécies em convivência, de tal forma que as espécies produzem mais quando em mistura que comparadas com as monoculturas destas, o que era o esperado, em razão de as duas espécies pertencerem a famílias distintas. Entretanto, essa diferenciação de nicho foi parcial, pois a competição intraespecífica do triticale foi maior que a interespecífica exercida pelas plantas de nabiça, ao mesmo tempo que a competição exercida pelas plantas de triticale sobre as de nabiça foi maior que a competição intraespecífica de nabiça. Spitters (1983) observou diferenciação de nicho entre milho e amendoim e afirmou que a diferenciação de nicho é uma regra em mistura de culturas gramíneas com leguminosas. É provável que essa afirmação possa ser generalizada para a diferenciação de nicho entre o triticale e as plantas daninhas eudicotiledôneas.

Analisando os índices CR, K e A, segundo Hoffman & Buhler (2002), o triticale se mostrou mais competitivo que a nabiça (Tabela 1), diferindo dos resultados encontrados por Rigoli et al. (2008), em que a nabiça foi mais competitiva que plantas de trigo. Experimentos substitutivos demonstram que, geralmente, a cultura é mais competitiva do que a espécie daninha, porque o efeito das infestantes não se deve somente à sua maior habilidade competitiva individual, mas também, principalmente, à população total de plantas (Vilà et al., 2004). Nas áreas agrícolas, as plantas daninhas ocorrem, em geral, em populações superiores às das plantas cultivadas, sendo frequentemente rotuladas como mais competitivas na apreensão e utilização dos recursos. Contudo, deve-se considerar que a população com que as plantas daninhas ocorrem nas lavouras encobre a sua real habilidade em

Tabela 1 - Índices ecológicos de competição intraespecífica de nabiça ($C_{n,n}$) e triticale ($C_{t,t}$), competição interespecífica de nabiça sobre triticale ($C_{n,t}$) e triticale sobre nabiça ($C_{t,n}$), competitividade relativa de nabiça (CR_n) e triticale (CR_t), índice de diferenciação de nicho (IDN), competitividade relativa (CR) e coeficientes de agrupamentos relativos (K) e de agressividade (A)

Índice	Valor	Índice	A= nabiça, B = triticale	A= triticale, B = nabiça
$C_{n,n}$	0,011428	R_A	16,84	33,99
$C_{n,t}$	0,023315	R_B	-33,31	-16,51
$C_{t,t}$	0,011997	R_{AB}	-16,47	17,49
$C_{t,n}$	0,004796	CR	0,50	2,02
CR_n	0,490163	K_A	1,04	1,01
CR_t	2,501400	K_B	0,95	0,92
IDN	1,226094	K_{AB}	1,03	0,97
		A	-17,14	17,16

competir, inferindo-se que elas apresentam maior habilidade competitiva, quando, na realidade, o efeito decorre da maior população de plantas (Bianchi et al., 2006).

Em outros trabalhos onde foram utilizados índices para definir competitividade, verificou-se que o sorgo cultivado foi mais competitivo que *Sorghum halepense* (Hoffman & Buhler, 2002); o nabo forrageiro foi mais competitivo que genótipos de soja (Bianchi et al., 2006); o capim-arroz, mais competitivo que o arroz (Agostinetto et al., 2008); e a soja, mais competitiva que o arroz-vermelho (Moraes et al., 2009).

Assim, as plantas de triticale capturaram recursos do meio com maior eficiência que as de nabiça; portanto, o triticale se beneficia da presença da nabiça, pois, nesse caso, a cultura mostrou-se melhor competidor que a planta daninha. A competição intraespecífica é mais importante que a competição interespecífica para o triticale. E o contrário é verdadeiro para a nabiça, ou seja, a competição interespecífica é mais importante que a intraespecífica.

LITERATURA CITADA

AGOSTINETTO, D. et al. Competitividade relativa entre cultivares de arroz irrigado e biótipo de capim-arroz (*Echinochloa* spp.). **Planta Daninha**, v. 26, n. 4, p. 757-766, 2008.



- BIANCHI, M. A. et al. Proporção entre plantas de soja e plantas competidoras e as relações de interferência mútua. **Ci. Rural**, v. 36, n. 3, p. 1380-1387, 2006.
- CARSON, K. H. et al. *Triticum aestivum* and *Lolium multiflorum* interaction during drought. **Weed Sci.**, v. 47, p. 440-445, 1999.
- CHRISTOFFOLETI, P. J.; VICTÓRIA FILHO, R. Efeitos da densidade e proporção de plantas de milho (*Zea mays* L.) e caruru (*Amaranthus retroflexus* L.) em competição. **Planta Daninha**, v. 14, n. 1, p. 42-47, 1996.
- COUSENS, R.; O'NEILL, M. Density dependence of replacement series experiments. **Oikos**, v. 66, n.2, p.347-352, 1993.
- COUSENS, R. Aspects of the design and interpretation of competition (interference) experiments. **Weed Technol.**, v. 5, n. 3, p. 664-673, 1991.
- CRALLE, H. T. et al. Wheat and Italian ryegrass (*Lolium multiflorum*) competition as affected by phosphorus nutrition. **Weed Sci.**, v. 51, p. 425-429, 2003.
- CROTSEY, M. P.; WITT, W. W. Effect of *Glycine max* canopy characteristics, *G. max* interference, and weed-free period on *Solanum ptycanthum* growth. **Weed Sci.**, v. 48, p. 20-26, 2000.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. **Departamento de pesquisa e desenvolvimento, diversificação agropecuária: triticale**, Brasília: 1993. (PRONAPA, n.19)
- ESTORNINOS, L. E. et al. Growth response of rice (*Oryza sativa*) and red rice (*O. sativa*) in a replacement series study. **Weed Technol.**, v. 16, n. 2, p. 401-406, 2002.
- 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.
- HERNANDEZ, D. D. et al. Efeito da densidade e proporção de plantas de tomate industrial e de maria-pretinha em competição. **Planta Daninha**, v. 20, n. 2, p. 229-236, 2002.
- HOFFMAN, M. L.; BUHLER, D. D. Utilizing sorghum as a functional model of crop-weed competition. I. Establishing a competitive hierarchy. **Weed Sci.**, v. 50, n. 4, p. 466-472, 2002.
- JOLLIFFE, P. A. et al. A reinterpretation of yield relationships in replacement series experiments. **J. Appl. Ecol.**, v. 21, p. 227-243, 1984.
- 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.
- LORENZI, H. **Manual de identificação e controle de plantas daninhas: plantio direto e convencional**. 6.ed. São Paulo: Instituto Plantarum, 2006. 339 p.
- MORAES, P. V. D. et al. Competitividade relativa de soja com arroz-vermelho. **Planta Daninha**, v. 27, n. 1, p. 35-40, 2009.
- NAGAE, M. Y. et al. Inclusão do triticale em rações para alevinos de piavuçu, *Leporinus macrocephalus* (Garavello & Britski, 1988). **Acta Sci.**, v. 23, n. 4, p. 849-853, 2001.
- RADOSEVICH, S. R. Methods to study interactions among crops and weeds. **Weed Technol.**, v. 1, n. 1, p. 190-198, 1987.
- 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.
- ROUSH, M. L. et al. A comparison of methods for measuring effects of density and proportion in plant competition experiments. **Weed Sci.**, v. 37, n. 2, p. 268-275, 1989.
- SANCHEZ-OLGUÍN, E. et al. Comparação do desenvolvimento vegetativo e reprodutivo do arroz-vermelho e variedades comerciais de arroz (*Oryza sativa*) da Costa Rica. **Planta Daninha**, v. 25, n. 1, p. 13-27, 2007.
- SPITTERS, C. J. T. An alternative approach to the analysis of mixed cropping experiments. Estimation of competition effects. **Neth. J. Agric. Sci.**, v. 31, n. 1, p. 1-11, 1983.
- VIDA, F. B. P. et al. Relating rice traits to weed competitiveness and yield: a path analysis. **Weed Sci.**, v. 54, n. 6, p. 1122-1131, 2006.
- VILÀ, M. et al. Competition experiments on alien weeds with crops: lessons for measuring plant invasion impact? **Biol. Invasions**, v. 6, n. 1, p. 59-69, 2004.

