

UNIVERSIDADE FEDERAL DA FRONTEIRA SUL
CAMPUS ERECHIM

CURSO DE AGRONOMIA

LETÍCIA BAMPI

**RESPOSTA COMPETITIVA DE GENÓTIPOS DE QUINOA EM CONVIVÊNCIA
COM DENSIDADES DE NABO E AZEVÉM**

ERECHIM/RS

2026

LETÍCIA BAMPI

**RESPOSTA COMPETITIVA DE GENÓTIPOS DE QUINOA EM CONVIVÊNCIA
COM DENSIDADES DE NABO E AZEVÉM**

Trabalho de conclusão de curso de graduação
apresentado como requisito para obtenção de
grau de Bacharel em Agronomia na
Universidade Federal da Fronteira Sul.

Orientador: Prof. D. Sc. Leandro Galon

ERECHIM/RS

2026

Bibliotecas da Universidade Federal da Fronteira Sul - UFFS

Bampi, Letícia

RESPOSTA COMPETITIVA DE GENÓTIPOS DE QUINOA EM
CONVIVÊNCIA COM DENSIDADES DE NABO E AZEVÉM / Letícia
Bampi. -- 2026.
41 f.

Orientador: D. Sc. Leandro Galon

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) -
Universidade Federal da Fronteira Sul, Curso de
Bacharelado em Agronomia, Erechim,RS, 2026.

1. Quinoa. 2. Resposta competitiva. 3. Lolium
multiflorum. 4. Raphanus raphanistrum. I. Galon,
Leandro, orient. II. Universidade Federal da Fronteira
Sul. III. Título.

LETÍCIA BAMPI

**RESPOSTA COMPETITIVA DE GENÓTIPOS DE QUINOA EM CONVIVÊNCIA
COM DENSIDADES DE NABO E AZEVÉM**

Trabalho de conclusão de curso de graduação
apresentado como requisito para obtenção de
grau de Bacharel em Agronomia na
Universidade Federal da Fronteira Sul.

Este trabalho de conclusão de curso foi defendido e aprovado pela banca em:

___/___/___

BANCA EXAMINADORA

Prof. D. Sc. Leandro Galon - UFFS

Orientador

Prof. Dr. Ulisses Pereira de Mello - UFFS

Avaliador

Me. Rodrigo José Tonin - UFFS

Avaliador

RESPOSTA COMPETITIVA DE GENÓTIPOS DE QUINOA EM CONVIVÊNCIA COM DENSIDADES DE NABO E AZEVÉM

RESUMO

As plantas daninhas nabo e azevém apresentam elevada habilidade competitiva, pelos recursos do meio como: água, luz e nutrientes ao infestarem a cultura da quinoa. Diante disso objetivou-se com o trabalho comparar as habilidades competitivas relativas de genótipos de quinoa (Q 1303, Q 1331 e Q 1324) em competição com o nabo e azevém. Os experimentos foram instalados em casa-de-vegetação, no delineamento de blocos casualizados, com quatro repetições. Inicialmente, determinou-se a densidade de plantas dos genótipos de quinoa e dos competidores em que a produção final de massa seca da parte aérea se tornou constante (20 plantas vaso⁻¹). Em seguida, foram instalados cinco experimentos para avaliar a habilidade competitiva dos genótipos de quinoa com as plantas daninhas, em série de substituição, combinando as espécies nas proporções relativas de 100:0, 75:25, 50:50, 25:75 e 0:100%, o que equivaleu a 20:0; 15:5; 10:10; 5:15 e 0:20 plantas vasos⁻¹. A análise da competitividade foi efetuada por meio de diagramas aplicados a experimentos substitutivos, mais uso de índices de competitividade relativa. As variáveis estudadas foram; a altura de plantas, diâmetro de caule/colmo, número de folhas/perfilhos, índice de clorofila, área foliar, massa seca da parte aérea e teor de nutrientes nas plantas de quinoa e dos competidores. Os genótipos de quinoa competem pelos mesmos recursos ambientais que o azevém e nabo. Quando comparados, os genótipos apresentam similaridade na habilidade competitiva frente a uma mesma espécie infestante. De modo geral, a quinoa apresentou maior crescimento relativo na presença do azevém e menor quando infestada pelo nabo, que se mostrou a planta daninha mais competitiva.

Palavras-chave: *Chenopodium quinoa*, *Lolium multiflorum*, *Raphanus raphanistrum*.

**COMPETITIVE OUTCOMES OF QUINOA GENOTYPES WITH WILD RADISH
AND RYEGRASS
AT INCREASING LEVELS OF INFESTATION**

ABSTRACT

The weed species wild radish (*Raphanus raphanistrum*) and ryegrass (*Lolium multiflorum*) exhibit high competitive ability for resources such as water, light, and nutrients when infesting quinoa crops. The present study aimed to compare the competitive ability of three quinoa genotypes (Q 1303, Q 1331, and Q 1324) in the presence of wild radish and ryegrass. The experiments were conducted under greenhouse conditions using a randomized complete block design with four replicates. Initially, the optimal plant density for quinoa genotypes and competing weeds was determined based on the point at which shoot dry matter production stabilized (20 plants per pot). Subsequently, five replacement series experiments were established to assess the competitive interactions between quinoa and the weeds, combining species in relative proportions of 100:0, 75:25, 50:50, 25:75, and 0:100, corresponding to 20:0, 15:5, 10:10, 5:15, and 0:20 plants per pot, respectively. Competitiveness was analyzed using replacement series diagrams and relative competition indices. Variables evaluated included plant height, stem diameter, number of leaves/tillers, chlorophyll index, leaf area, shoot dry matter, and nutrient content in both quinoa and competing plants. The quinoa genotypes competed for the same environmental resources as the weeds and showed similar competitive ability against each weed species. Overall, quinoa exhibited greater relative growth in the presence of ryegrass and reduced growth when infested with wild radish, which proved to be a more competitive weed species.

Keywords: *Chenopodium quinoa*, *Lolium multiflorum*, *Raphanus raphanistrum*.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Diferenças entre plantas associadas ou não dos genótipos de quinoa Q1331, Q1324 e Q1303 de nabo para altura de plantas, diâmetro de caule, área foliar, número de folhas, índice de clorofila e massa seca da parte aérea.	35
Tabela 2. Diferenças entre plantas associadas ou não dos genótipos de quinoa Q1331, Q1324 e Q1303 de nabo, para altura de planta, área foliar, diâmetro, índice de clorofila, número de folhas ou de perfilhos e massa seca da parte aérea.....	36
Tabela 3. Índices de competitividade entre genótipos de quinoa e nabo expressos por competitividade relativa (CR), coeficientes de agrupamentos relativos (K) e de agressividade (AG), obtidos em experimentos conduzidos em séries substitutivas.....	37
Tabela 4. Diferenças relativas para altura, área foliar, diâmetro de caule, número de folhas/perfilhos e massa seca aérea dos genótipos de quinoa Q1331, Q1324 e Q1303 de azevém.....	38
Tabela 5. Diferenças entre plantas associadas ou não dos genótipos de quinoa Q1331, Q1324 e Q1303 de azevém, para altura de planta, área foliar, diâmetro, índice de clorofila, número de folhas ou de perfilhos e massa seca da parte aérea.....	39
Tabela 6. Índices de competitividade entre genótipos de quinoa (Q1331, Q1324 e Q1303) e competidor (azevém), expressos por competitividade relativa (CR), coeficientes de agrupamentos relativos (K) e de agressividade (AG), obtidos em experimentos conduzidos em séries substitutivas.....	40
Tabela 7. Respostas de genótipos de quinoa (Q) à interferência de nabo (<i>Raphanus raphanistrum</i>) e/ou azevém (<i>Lolium multiflorum</i>), expressas pelos teores dos nutrientes nitrogênio - N (dag kg ⁻¹ - %) e fósforo - P (dag kg ⁻¹ - %) das plantas conduzidas em experimentos de séries substitutivas.....	41

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	9
MATERIAL E MÉTODOS.....	10
RESULTADOS E DISCUSSÃO	14
CONCLUSÃO.....	24
REFERÊNCIAS	26

1 INTRODUÇÃO

Em sistemas agrícolas, a densidade populacional das plantas cultivadas tende a ser relativamente constante, enquanto a abundância de plantas daninhas varia de acordo com o abastecimento do banco de sementes do solo, a densidade e distribuição da infestação pré-existente, os manejos adotados, as condições ambientais, dentre outros. Essas variações afetam a proporção entre a cultura e as plantas daninhas tornando essencial compreender os efeitos dessa variação no desempenho competitivo das espécies que estão convivendo em comunidade (Leo et al., 2023; Luo et al., 2024).

Interações competitivas entre espécies daninhas e genótipos de plantas cultivadas requerem experimentos específicos para sua caracterização, sendo os ensaios substitutivos um dos métodos mais empregados, e sua interpretação se baseia no desempenho dos parâmetros biométricos ou ecofisiológicos (Bianchi et al. 2006; Agostinetto et al. 2013; Leon et al., 2023). Em geral, culturas agrícolas bem estabelecidas são mais competitivas do que as plantas daninhas, pois elas estão em estande uniforme, densidade ótima e emergem antes que as infestantes (Agostinetto et al., 2013; Rubin et al. 2014). No entanto, quando a competição ocorre entre espécies com características ecológicas semelhantes, cuja emergência é concomitante, ambas exploram o mesmo nicho ecológico e a interferência entre as mesmas pode afetar negativamente o crescimento e o desenvolvimento da comunidade presente no local (Agostinetto et al., 2013; Nosratti et al., 2023).

Diferentes cultivares dentro de uma mesma espécie podem apresentar variações significativas na capacidade de competir com plantas daninhas, devido a diferenças na sua adaptabilidade ambiental, taxa de crescimento e eficiência no uso de recursos (Agostinetto et al., 2013; Brunetto et al., 2023; Caldas et al., 2023; Jastrzębska et al., 2023). Os genótipos mais vigorosos tendem a suprimir o desenvolvimento de plantas daninhas de maneira mais eficaz. Assim, a seleção de genótipos com maior habilidade competitiva pode ser uma estratégia importante no manejo integrado de plantas daninhas, reduzindo a necessidade do controle químico e promovendo sistemas agrícolas mais sustentáveis (Brunetto et al., 2023; Jastrzębska et al., 2023; Nosratti et al., 2023).

A quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) é uma espécie de crescente interesse agrícola devido ao seu alto valor nutricional e adaptabilidade a diferentes condições ambientais (García-Parra et al., 2020; Minh; Nguyen, 2021). No entanto, sua produtividade pode ser afetada pela competição com plantas daninhas, como o nabo forrageiro (*Raphanus raphanistrum* L.) e o azevém (*Lolium multiflorum* Lam.), espécies infestantes de várias culturas de interesse agrícola

e reconhecidas por sua agressividade competitiva (Rigolli et al., 2008; Galon et al., 2015; Agostinetto et al., 2017; Franz et al., 2020; Balem et al., 2021) em ambientes similares aos propícios ao cultivo de quinoa.

O nabo forrageiro é uma espécie de ciclo anual com alta produção de sementes e crescimento vigoroso, enquanto o azevém apresenta elevado perfilhamento, ressemeadura natural e sistema radicular volumoso, o que torna essa planta com elevada habilidade de competição pelos recursos do meio, como água, luz e nutrientes (Rigolli et al., 2008; Galon et al., 2015; Chaudhari et al., 2019).

O uso de experimentos substitutivos permite estudar possíveis interações entre determinadas proporções de plantas daninhas e culturas e de posse desses resultados há possibilidade de se otimizar estratégias de manejo que confirmam maior habilidade às plantas de interesse em detrimento das plantas daninhas (Bianchi et al., 2006; Agostinetto et al., 2013; Galon et al., 2015). Além de possibilitar ao pesquisador compreender se a competição é intra ou interespecífica e, desse modo adotar táticas de manejo mais conservacionistas e sustentáveis, ou mesmo a implementação do manejo integrado de plantas daninhas (Rubin et al., 2014; Leon et al., 2023). Podendo inclusive com o tempo se ter a redução das aplicações exageradas de herbicidas, evitar o surgimento de plantas daninhas resistentes ou mesmo a maior disseminação das tolerantes nas lavouras.

Logo, a presente pesquisa tem como hipótese que há diferenças na habilidade competitiva entre genótipos de quinoa e as espécies daninhas, nabo forrageiro e azevém. O objetivo do trabalho foi comparar a habilidade competitiva de genótipos de quinoa frente a essas espécies daninhas, visando subsidiar estratégias de manejo cultural e químico dessas infestantes.

2 MATERIAL E MÉTODOS

Foram instalados 11 experimentos em casa de vegetação da Universidade Federal da Fronteira Sul (UFFS), *Campus Erechim* (RS). As unidades experimentais foram constituídas por vasos plásticos com capacidade para 8 dm³, preenchidos com Latossolo Vermelho Aluminoférrico típico (STRECK et al., 2018). As características químicas e físicas do solo foram: pH em água de 4,8; MO = 35 g dm⁻³; P = 4,0 mg dm⁻³; K = 117,0 mg dm⁻³; Al³⁺ = 0,6 cmol c dm⁻³; Ca²⁺ = 4,7 cmol c dm⁻³; Mg²⁺ = 1,8 cmol c dm⁻³; CTC(t) = 7,4 cmol c dm⁻³; CTC(T)

= 16,5 cmol c dm⁻³; H+Al = 9,7 cmol c dm⁻³; SB = 6,8 cmol c dm⁻³; V = 41%; e Argila = 60%, Areia= 15 e Silte: 25%.

O delineamento experimental utilizado foi de blocos casualizados, com quatro repetições. Os genótipos de quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd) testados foram Q 1303, Q 1331 e Q 1324, competindo com as plantas daninhas nabo (*Raphanus raphanistrum*) e azevém (*Lolium multiflorum*).

Experimentos preliminares, em série aditiva (monocultivos) foram realizados para a quinoa e os competidores envolvidos, visando identificar a densidade de plantas de cada espécie em que o acúmulo de massa seca da parte aérea se tornou constante (Bianchi et al., 2006), conforme exposto na Figura 1.

Para satisfazer os objetivos propostos anteriormente foram utilizadas; 1, 2, 4, 8, 16, 24, 32, 40, 48, 56 e 64 plantas vaso⁻¹ o que equivaleram 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, a parte aérea das plantas de quinoa e das plantas daninhas (nabo e azevém) foram seccionadas rente ao solo para aferir a massa seca da parte aérea (MS), sendo essa quantificada por pesagem, após serem secas em estufa de circulação forçada de ar a temperatura de 65°C. Através dos valores médios de MS das espécies obteve-se a produção constante de MS, com densidades de 20 plantas vaso⁻¹, para todos os genótipos de quinoa e também para os biótipos das plantas daninhas (Figura 1).

Para testar a habilidade competitiva dos genótipos de quinoa (Q 1303, Q 1331 e Q 1324) com as plantas competidoras foram conduzidos ensaios em série de substituição alternando-se a proporção de plantas na associação dos biótipos de nabo e azevém com os genótipos de quinoa. As proporções relativas de plantas vaso⁻¹ foram de: 20:0; 15:5; 10:10; 5:15; 0:20, mantendo-se constante a densidade total de plantas, 20 plantas vaso⁻¹. As sementes das espécies envolvidas nos ensaios substitutivos foram semeadas em bandejas plásticas, sendo transplantadas posteriormente para as unidades experimentais definitivas (vasos plásticos) aos cinco dias após a emergência, desse modo conseguiu-se estabelecer as proporções de plantas definidas para cada tratamento de maneira uniforme.

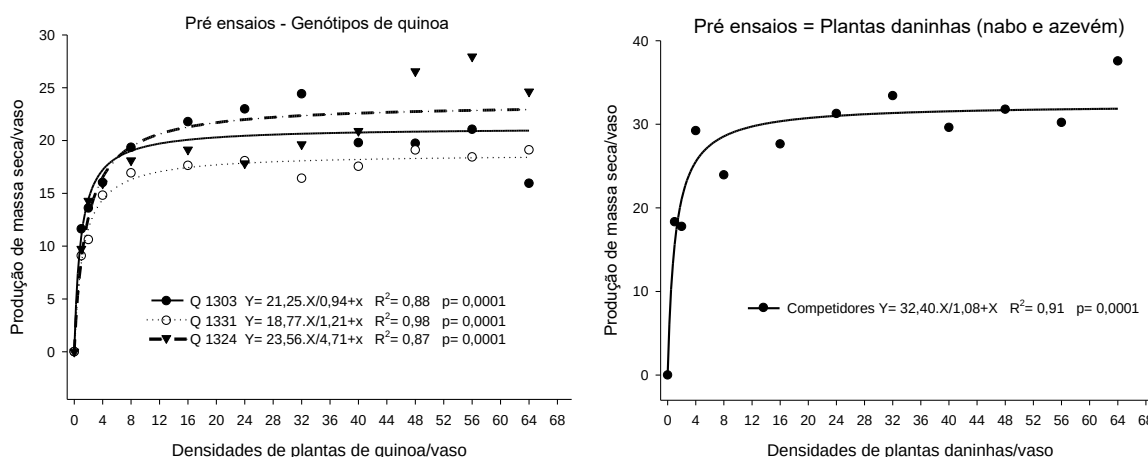


Figura 1. Produção final constante de massa seca da parte aérea dos genótipos de quinoa (Q 1303, Q 1331 e Q 1324) e das plantas daninhas (nabo e azevém) em função da densidade de plantas por vaso.

Aos 50 dias após a emergência das espécies efetuou-se a aferição da altura, diâmetro de caule/colmos, número de folhas da quinoa e do nabo ou de perfilhos do azevém, índice de clorofila, área foliar, massa seca da parte aérea e os teores dos nutrientes nitrogênio (N) e fósforo (P). O número de folhas ou de perfilhos foi determinado pela contagem, a altura de plantas aferida com uma régua graduada (cm) a partir do nível do solo até o ápice da última folha completamente desenvolvida e o diâmetro do caule determinado a 5 cm do solo com paquímetro digital (mm). O índice de clorofila (IC) foi determinado com um clorofilômetro portátil (SPAD 502—Plus, Pequim, China) em cinco pontos de cada planta nas partes inferior, média e superior. Essas aferições foram realizadas das 07:30 às 11:00 h, objetivando-se manter homogêneas as condições ambientais durante as análises. A quantificação da área foliar foi realizada com auxílio de integrador eletrônico da marca Licor 3100C, aferindo-se as folhas de todas as plantas em cada tratamento. Após a determinação da área foliar as plantas foram acondicionadas em sacos de papel *kraft* e postas para secagem em estufa com circulação forçada de ar, a temperatura de 65°C, até o material atingir massa constante para aferir-se a massa seca das espécies. Para a análise dos nutrientes N e P as amostras foliares previamente secas foram moídas em moinho de facas modelo Star FT-50 utilizando-se peneira de malha com de diâmetro 0,5 mm. Os nutrientes foliares (N e P) foram determinados conforme metodologias propostas por Tedesco et al. (1995).

Os dados foram analisados através do método da análise gráfica da variação ou produtividade relativa (Bianchi et al. 2006; Agostinetto et al. 2013; Rubin et al. 2014). 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 produtividades relativas totais (PRT). Quando o resultado da PR for uma linha reta, significa que a habilidade 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 (Bianchi et al. 2006; Agostinetto et al. 2013; Rubin et al. 2014).

Foram calculados ainda os índices de competitividade relativa (CR), coeficiente de agrupamento relativo (K) e agressividade (AG). A CR representa o crescimento comparativo dos genótipos de quinoa (X) em relação aos competidores nabo e azevém (Y); K indica a dominância relativa de uma espécie sobre a outra e AG aponta qual das espécies é mais agressiva. Assim, os índices CR, K e AG indicam qual a espécie se manifesta mais competitiva e, sua interpretação conjunta determina com maior segurança a competitividade das espécies (Bianchi et al. 2006; Agostinetto et al. 2013; Rubin et al. 2014). Os genótipos de quinoa X são mais competitivos que as plantas daninhas Y quando $CR > 1$, $K_x > K_y$ e $AG > 0$; por outro lado, as plantas daninhas Y são mais competitivas que os genótipos de quinoa X quando $CR < 1$, $K_x < K_y$ e $AG < 0$ (Bianchi et al. 2006; Agostinetto et al. 2013; Rubin et al. 2014). Para calcular esses índices foram usadas as proporções 50:50 das espécies envolvidas no experimento (quinoa e/ou nabo e azevém), utilizando-se as equações: $CR = PR_x/PR_y$; $K_x = PR_x/(1-PR_x)$; $K_y = PR_y/(1-PR_y)$; $AG = PR_x - PR_y$, de acordo com Cousens e 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; Agostinetto et al. 2013; Rubin et al. 2014). Considerou-se como hipótese nula, para testar as diferenças de DPR e AG, quando as médias foram 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 [$H_0 = (K_x - K_y) = 0$]. O critério para se considerar as curvas de PR e PRT diferentes das retas hipotéticas foi que, no mínimo em duas proporções, ocorressem diferenças significativas pelo teste “t” (Bianchi et al., 2006). Do mesmo modo, considerou-se, para os índices CR, K e AG, a existência de diferenças em competitividade quando, no mínimo em dois deles, houvesse diferença significativa pelo teste “t”.

Os resultados obtidos para altura de planta, diâmetro de caule, número de folhas ou de perfilhos, índice de clorofila, área foliar, massa seca da parte aérea e teores dos nutrientes N e P, expressos em valores médios por tratamento, foram submetidos à análise de variância pelo teste F e quando esse foi significativo comparou-se as médias dos tratamentos pelo teste de Dunnett, considerando-se as monoculturas como testemunhas nessas comparações. Em todas as análises estatísticas efetuadas adotou-se $p \leq 0,05$.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise de variância dos dados demonstrou efeito significativo entre as proporções de plantas de cada genótipo de quinoa ao competirem com nabo e/ou azevém para as variáveis, estatura de planta, diâmetro do caule, número de folhas ou de perfilhos, área foliar, índice de clorofila, massa seca da parte aérea e teores de nutrientes (N e P).

A Figura 2 apresenta as produtividades relativas (PR) e a produtividade relativa total (PRT) para a altura dos genótipos de quinoa (Q1331, Q1324 e Q1303), bem como das espécies competidoras, nabo forrageiro e azevém. Para os três genótipos de quinoa, a PR apresenta tendência decrescente à medida que aumenta a proporção de plantas competidoras na mistura. Em contrapartida, a PR do nabo forrageiro e do azevém exibem comportamento variável entre as proporções, o que indica falta de efeito consistente da quinoa na inibição do aumento da altura das plantas competidoras. O genótipo de quinoa Q1324 foi o que apresentou maior capacidade de inibir o aumento em altura das plantas de azevém (Figura 2D), mas por outro lado foi a mais afetada pelo nabo forrageiro (Figura 2C). Quanto à PRT, o nabo foi a espécie cujos aspectos competitivos mais se assemelhou à quinoa (Figuras 2A; 2C e 2E), enquanto o azevém não ocasionou diferenças significativas na PRT da comunidade (Figuras 2B; 2D e 2F).

A competição interespecífica afetou significativamente a altura das plantas de quinoa, com redução progressiva na produtividade relativa (PR) à medida que a proporção de plantas daninhas aumentou. Esse efeito destaca a interferência competitiva pelos recursos essenciais, como luz e nutrientes (Kumar et al., 2023). A variabilidade na PR do nabo e do azevém sugere que a quinoa possui baixa capacidade de inibição do crescimento dessas espécies. O genótipo Q1324 demonstrou maior capacidade de suprimir a altura do azevém, mas foi mais sensível ao nabo, evidenciando diferenças na interação competitiva com cada espécie daninha. Luo et al., (2024) observaram diferenças na interação competitiva ao trabalharem com espécies de plantas leguminosas e gramíneas em associação ou em monoculturas. A similaridade entre a

produtividade relativa total (PRT) do nabo e da quinoa reforça que ambas competem intensamente pelos mesmos recursos disponíveis no ambiente (Leon et al., 2023).

Para o diâmetro do caule (Figura 3) a PR dos genótipos de quinoa reduziu progressivamente conforme aumenta a proporção de plantas competidoras, especialmente do nabo. Essa redução é mais acentuada nas proporções 25:75 e 50:50 (cultura: daninha), sugerindo uma elevada interferência competitiva pelos recursos luz, água e nutrientes. Por outro lado, a PR do nabo forrageiro e do azevém mostra um comportamento variado, com valores que oscilam ao longo das proporções testadas e indicam mais uma vez que a quinoa não é eficiente em inibir o aumento do diâmetro do caule/colmo das espécies daninhas (Figura 3). A PRT das espécies, representada pelos triângulos, reflete a intensidade da competição e, da mesma forma que a altura de plantas (Figura 2), mostra que o nabo e a quinoa tendem a competir pelos mesmos recursos ambientais (Figura 3).

A redução na PR do diâmetro do caule da quinoa foi mais acentuada em presença do nabo, especialmente nas proporções 25:75 e 50:50 (Figura 3). Isso indica um efeito competitivo elevado, como relatado também por Jastrzębska et al. (2023) ao pesquisarem diferentes manejos de plantas daninhas em competição com culturas. Essa redução possivelmente está associada à limitação de recursos do meio como água e nutrientes (Kumar et al., 2023). O comportamento variável da PR do nabo e do azevém demonstra que o crescimento dessas plantas daninhas não foi fortemente restringido pela quinoa, evidenciando sua menor habilidade competitiva. Brunetto et al. (2023) também constataram que a quinoa apresenta baixa habilidade competitiva quando infestada por papuã, o que se assemelha em partes ao observado no presente estudo. A PRT do diâmetro reflete um padrão similar ao observado para a altura, reforçando que a quinoa e o nabo são competidores diretos por recursos ambientais (Leon et al., 2023).

A Figura 4 apresenta as produtividades relativas (PR) e a produtividade relativa total (PRT) para o número de folhas nos genótipos de quinoa (Q1331, Q1324 e Q1303) e do nabo forrageiro e o número de perfilhos do azevém. Em termos gerais, há redução progressiva na PR da quinoa à medida que aumenta a proporção de plantas competidoras na mistura, sugerindo que a presença das espécies daninhas interfere negativamente na produção de folhas da cultura. Em contrapartida, a PR do nabo forrageiro e do azevém exibe variações ao longo das proporções avaliadas, com tendências de aumento na PR do nabo em resposta ao aumento na proporção de plantas de quinoa (Figuras 4A; 4C e 4E), e redução na PR do azevém nas mesmas condições (Figuras 4B; 4D e 4F).

A PRT das espécies revela oscilações conforme as diferentes proporções de convivência, se mostrando aleatórias e sem consistência entre os genótipos de quinoa quando em competição

com azevém, mas com redução na PRT quando a cultura foi confrontada com o nabo forrageiro. Isso sinaliza competição mais intensa da quinoa com o nabo, do que com o azevém (Figura 4). A PR da quinoa diminuiu conforme a proporção de competidores aumentou, indicando que a presença de nabo e azevém impacta negativamente a capacidade da cultura de produzir folhas. Asato et al. (2025) relatam que a morfologia das plantas pode ser influenciada por efeitos estressantes que ocorrem na comunidade onde essas estão presentes. Os efeitos estressantes podem estar relacionados a fatores do ambiente, do solo e de manejo adotado com as espécies, que irão interferir de forma positiva ou negativa na produção de folhas e de outros órgãos das plantas (Asato et al., 2025). Fato esse que corrobora em partes ao observado no presente estudo, já que o estresse ocasionado pela competição das plantas daninhas (nabo e azevém) sobre a quinoa influenciou negativamente na produção de folhas da cultura. Em contraste, a PR do nabo tendeu a aumentar com maiores proporções de quinoa, enquanto a do azevém apresentou tendência oposta, sugerindo que a interação entre as espécies depende das condições de competição específicas (Leon et al., 2023; Asato et al., 2025). A redução da PRT na presença do nabo confirma sua maior agressividade competitiva em relação à quinoa. O nabo ao competir com híbridos de canola de mesma forma ao observado no presente trabalho, apresentou maior agressividade do que a cultura, onde a PRT da canola demonstrou redução com o aumento da proporção de plantas do competidor na associação (Galon et al., 2015).

Para índice de clorofila (Figura 5), os resultados oscilaram para mais ou para menos sem uma correlação causa-efeito, tanto para a cultura como para as duas espécies daninhas, demonstrando que embora as variáveis biométricas tenham sido afetadas, nas condições do experimento as plantas foram capazes de interceptar a luz solar. Diferentemente das demais variáveis, o índice de clorofila variou sem um padrão definido de redução ou aumento, indicando que a interceptação de luz pelas folhas foi suficiente para manter a fotossíntese estável, idênticas às relatadas nas respectivas testemunhas livres de competição interespecífica, mesmo sob competição. Gasparetto et al., (2024) ao trabalharem com a competição de diferentes cultivares de feijoeiro com buva (*Conyza spp.*), encontraram resultados similares aos observados no presente estudo. Isso sugere que, embora a competição tenha afetado as características morfológicas e produtivas, a capacidade fotossintética da quinoa não foi severamente comprometida. Esse fato ocorreu possivelmente devido as adaptações fisiológicas que a cultura tenha efetuado, conforme constatado também em trabalhos de Bernardi et al., (2024) e Gasparetto et al., (2024).

A área foliar foi uma das variáveis que mais permitiu diferenciar os genótipos de quinoa quanto à seu potencial de competir com o nabo forrageiro e com o azevém (Figura 6). Em

competição com o nabo forrageiro, os genótipos Q1331 e Q1303 foram menos afetadas pela competição, com 3 a 10% de redução na PR, comparativamente a Q1324 cuja redução na PR alcançou aproximadamente 30% nas densidades de 25:75 e 50:50 (cultura: daninha) (Figuras 6A; 6C; e 6E). O azevém, por sua vez, não afetou a PR da quinoa 1324 enquanto os genótipos 1331 e 1303 foram capazes de aumentar sua PR em quase todas as proporções de plantas, especialmente 25:75 e 50:50 (Figuras 6B; 6D e 6F).

Para a PRT os resultados diferiram mais entre os genótipos de quinoa, sendo que o Q1331 na proporção 75:25; genótipo Q1324 nas proporções 25:75 e 50:50; e o Q1303 na proporção 50:50, demonstraram prejuízos à comunidade quando sob competição. Isso indica que os genótipos Q1303 e Q1331 podem ter melhor desempenho que o Q1324, na competição com nabo forrageiro ou azevém (Figura 6), em decorrência possivelmente da maior plasticidade dos referidos genótipos a reação à competição. De forma similar Lima et al. (2017) constataram que as plantas apresentam capacidade de se adaptarem a determinadas condições adversas presentes no ambiente.

A PR com base na massa seca das plantas (Figura 7) mostrou maior impacto do nabo sobre a quinoa (reduções de até ~40%), comparativamente ao azevém (reduções de até ~25%). Da mesma forma, a quinoa afetou mais a PR do azevém do que do nabo, comprovando que o nabo forrageiro é mais agressivo em competição com a quinoa do que com o azevém. Outro fato é que, embora a área foliar das plantas tenha se mantido em valores próximos à respectiva testemunha sob competição (Figura 6), a massa seca foi drasticamente afetada e os prejuízos da redução do acúmulo foram relatados para as três espécies (PR), bem como para o ganho geral das comunidades (PRT), onde as reduções na PRT estiveram na ordem de ~50%, tanto para a quinoa como para ambos os competidores (Figura 7).

O nabo teve o maior impacto na PR da quinoa para a massa seca, com reduções de até 40%, enquanto o azevém reduziu a PR em até 25%. Esse resultado destaca a maior agressividade competitiva do nabo sobre a quinoa. Galon et al. (2015) também observaram o que o nabo apresentou maior efeito negativo sobre alguns híbridos de canola do que o azevém ao competirem em comunidade. Curiosamente, a quinoa afetou mais a PR do azevém do que do nabo, sugerindo que essa cultura pode exercer alguma pressão sobre o azevém, mas é menos eficiente contra o nabo. A PRT reduziu em torno de 50% para todas as espécies, indicando que a competição resultou em perdas significativas na acumulação de biomassa da comunidade vegetal como um todo. Gasparetto et al. (2024) observaram ao trabalharem com cultivares de feijoeiro em competição com buva que as espécies apresentaram perdas na produção de massa seca da parte aérea nas misturas testadas. Em termos gerais, a quinoa parece apresentar

limitações em sua capacidade competitiva na presença de ambas as espécies de plantas daninhas, especialmente em relação ao nabo forrageiro. De acordo com Spehar et al. (2011) a quinoa apresenta baixa capacidade de competição por apresentar crescimento e desenvolvimento iniciais lentos, necessitando assim estar livre da infestação de plantas daninhas para evitar perdas de produtividade.

Os resultados apresentados na Tabela 1 representam as diferenças entre quinoa e nabo sob competição (proporções 25:75, 50:50 e 75:25) para altura de plantas, diâmetro de caule, área foliar, número de folhas, índice de clorofila e massa seca da parte aérea. A Tabela 2 descreve o comportamento dos mesmos parâmetros, comparando-se as proporções (25:75, 50:50 e 75:25), com a respectiva testemunha livre de competição (100:0 para quinoa e 0:100 para nabo).

Para a altura, o genótipo de quinoa Q1331 apresentou redução em todas as proporções de plantas, com a menor diferença observada na proporção 50:50, e para o Q1324 e Q1303, a redução variou entre as proporções 75:25 e 25:75. Em relação ao diâmetro de caule, os genótipos quinoa apresentaram redução nas três proporções de plantas, com o efeito mais pronunciado na proporção 50:50 (Tabela 1). O número de folhas foi significativamente reduzido para todos genótipos de quinoa Q1331 e Q1324 em todas as proporções com competição. Para o nabo, o número de folhas aumentou nas proporções 75:25 e 50:50.

Em relação ao índice de clorofila (Tabela 1), em termos gerais os genótipos de quinoa tiveram redução em todas as proporções sob competição, mas com maior impacto observado na proporção 50:50. O nabo, por sua vez, teve aumento no índice de clorofila nas proporções 50:50 e 25:75. A área foliar, diminuiu em todas as proporções de plantas associadas, enquanto o nabo tendeu a não alterar sua área foliar, com resultados variando entre positivos e negativos. A massa seca da parte aérea foi reduzida para todos os genótipos de quinoa nas proporções de plantas associadas, com diferenças mais pronunciadas nas proporções 75:25 e 50:50. O nabo também diminuiu a massa seca da parte aérea em todas as proporções associadas (Tabela 1).

A competição entre quinoa e nabo impacta negativamente diversas variáveis de crescimento da quinoa. Isso ocorre devido à maior habilidade competitiva que essa planta daninha apresenta ao infestar as culturas (Franz et al. 2020). O nabo apresenta elevada habilidade competitiva devido ao seu dossel esparsa e ramificado (Franz et al. 2020). O nabo ao competir com a cevada e a canola dominou o ambiente (Galon et al., 2015; Franz et al. 2020). Os mesmos autores ressaltam ainda que o nabo, em curto espaço de tempo, pode afetar o crescimento e o desenvolvimento das culturas. Em geral, quando uma espécie for mais competitiva que outra, indicará que essa demonstra maior capacidade de assimilar os recursos

disponíveis no meio (Agostinetto et al. 2013). A redução na altura e no diâmetro do caule dos genótipos de quinoa, particularmente na proporção 50:50, sugere que a competição por recursos, foi mais intensa nesse arranjo, limitando o crescimento estrutural da quinoa. De acordo com Leon et al. (2023) quando as plantas cultivadas e as daninhas aparecerem em densidades equivalentes nas lavouras, normalmente as espécies daninhas irão ser mais competitivas. Esse fato ocorre em virtude de que as plantas daninhas demonstram maior habilidade de competição que as culturas, podendo aumentar sua densidade em razão do banco de sementes no solo (Bianchi et al., 2006; Agostinetto et al. 2013).

O aumento no número de folhas do nabo em algumas proporções reforça sua vantagem competitiva, possivelmente associada a uma maior eficiência na captação de luz e utilização de recursos. A redução no índice de clorofila nos genótipos de quinoa, particularmente na proporção 50:50, pode estar relacionada ao estresse competitivo, enquanto o aumento desse índice no nabo sugere uma estratégia compensatória para otimização fotossintética. A diminuição da massa seca da parte aérea em ambas as espécies demonstra que, embora o nabo tenha sido menos afetado estruturalmente, a competição ainda resultou em limitação do crescimento. As plantas de quinoa podem ter priorizado o crescimento de caule, em vez de outros órgãos, devido à necessidade de competir mais por luz ao crescer em altura. A luz é um dos recursos mais importantes no estágio inicial de crescimento das plantas e quando sua disponibilidade é limitada sob competição, o potencial produtivo da cultura é afetado (Pierik & Ballaré 2021).

Nas comparações com a respectiva testemunha sem infestação (Tabela 2), os genótipos de quinoa exibiram redução na altura de planta, diâmetro de caule, número de folhas ou perfilhos, índice de clorofila, área foliar e massa seca da parte aérea nas proporções associadas (75:25, 50:50, 25:75) em comparação com a testemunha (100:0), indicando o impacto negativo da competição com nabo. A massa seca da parte aérea foi a variável mais afetada nos genótipos Q1331 e Q1303, enquanto a área foliar foi a mais impactada para o Q1324, embora para essa última a massa seca também tenha sido severamente afetada. A variável menos afetada pela competição tendeu a ser o índice de clorofila, exceto na proporção 50:50.

A associação de quinoa com o nabo impacta negativamente várias variáveis de crescimento dos genótipos de quinoa, especialmente em proporções equilibradas ou dominadas por nabo (50:50 e 25:75). O nabo é menos afetado pela competição, exibindo aumento discreto no diâmetro de caule e índice de clorofila, principalmente nas menores proporções de quinoa (Tabela 1). Na comparação com a respectiva testemunha livre de infestação, observou-se que a massa seca da parte aérea foi a variável mais impactada. A área foliar e o diâmetro do caule

também reforçam o elevado potencial de impacto do nabo sobre os genótipos de quinoa (Tabela 2).

A redução mais expressiva da massa seca da parte aérea (Tabela 2), especialmente nos genótipos Q1331 e Q1303, sugere que a competição resultou em um decréscimo significativo na capacidade de acúmulo de biomassa. GALON et al. (2017) constataram que quanto mais elevada a proporção do competidor (nabo), maiores foram os danos ocasionados às variáveis AF e MS na cultura da cevada. A menor interferência no índice de clorofila sugere que essa variável pode ser menos sensível à competição, exceto na proporção 50:50, onde a competição foi mais intensa. A competição imposta pelo nabo também impactou negativamente sua própria massa seca, indicando que a interação competitiva entre as espécies pode ser limitante para ambas, embora a quinoa tenha sofrido impactos mais severos. Outros estudos também relatam a ocorrência de efeito negativo nas culturas de trigo e cevada ao serem infestadas pelo nabo, inclusive com efeito negativo até mesmo ao competidor (Rigoli et al., 2008; Costa & Rizzardi 2015; Galon et al., 2017).

A Tabela 3 apresenta os índices de competitividade relativa (CR), coeficientes de agrupamentos relativos para quinoa (Kx) e nabo (Ky), e coeficiente de agressividade (AG) entre os genótipos de quinoa (Q1331, Q1324 e Q1303) e o competidor. O CR para altura foi significativo para todos os genótipos de quinoa, com o Q1303 mostrando o maior valor de CR (0,66), indicando maior competitividade desse genótipo em relação ao nabo. O genótipo Q1303 apresentou o CR mais alto (0,59) também para diâmetro do caule, seguido por Q1331 e Q1324. O coeficiente de agrupamento relativo Kx (quinoa) para ambas variáveis variou de 0,45 a 0,60, com o genótipo Q1331 apresentando o maior valor. Os índices de agressividade (AG) para altura e diâmetro do caule foram negativos para todos os genótipos de quinoa, indicando que o nabo foi mais agressivo na competição do que as plantas da cultura.

Para o número de folhas, o genótipo Q1303 apresentou o maior CR (0,55), e Q1324 o menor (0,46). A agressividade foi negativa para todos os genótipos de quinoa, sendo Q1324 o menos agressivo (-0,35). O CR para índice de clorofila foi mais alto para Q1331 (0,91), enquanto Q1324 foi o de menor competição. Na área foliar, o CR e o Kx foram mais altos também no genótipo Q1303. Para massa seca, o genótipo Q1324 teve o CR (0,14) e a Agressividade (-0,36) mais baixas, sendo menos competitivo com o nabo comparativamente aos demais genótipos. O nabo mostrou tendência geral de ser mais agressivo nas competições com a cultura.

Os índices de competitividade (Tabela 3) confirmam a maior agressividade do nabo comparativamente à quinoa, sendo respaldados pela tendência geral de CR menor que 1 para

os genótipos de quinoa. Os coeficientes de agrupamento relativos (K_x) refletem diferenças nas estratégias de crescimento entre os genótipos (Leon et al. 2023), com Q1331 mostrando maior eficiência relativa na distribuição de biomassa. Portanto, o nabo tem vantagem competitiva pela maior agressividade, e por possivelmente apresentar mecanismos mais eficientes de aquisição de recursos (Leon et al. 2023; Asato et al. 2025).

Os resultados apresentados na Tabela 4 demonstram as diferenças entre quinoa e azevém sob competição (proporções 25:75, 50:50 e 75:25) para altura de plantas, diâmetro de caule, área foliar, número de folhas e massa seca da parte aérea. A Tabela 5 descreve o comportamento dos mesmos parâmetros, comparando as proporções (25:75, 50:50 e 75:25), com a respectiva testemunha livre de competição (100:0 para quinoa, e 0:100 para azevém).

A altura do genótipo Q1331 tendeu a ser maior do que a do competidor na maioria das proporções, enquanto o azevém foi pouco afetado (Tabela 4). O genótipo 1324 mostrou aumento na altura em todas as proporções, limitando o aumento de altura no azevém. Para o genótipo Q1303, as diferenças foram pouco pronunciadas. Para o diâmetro do caule o comportamento similar foi relatado, com Q1324 e Q1303 apresentando geralmente caules mais espessos. O azevém teve aumento no diâmetro de colmos nas proporções 50:50 e 25:75, com a média total de 1,07 e 1,07, respectivamente.

O genótipo Q1331 apresentou redução no número de folhas nas proporções 50:50 e 25:75, enquanto o azevém apresentou redução no número de perfilhos nas três proporções. Para o genótipo Q1324, a redução foi mais pronunciada nas proporções 75:25 e 50:50, tendo também o azevém comportamento negativo em todas as proporções. No genótipo Q1303, observou-se estabilidade entre as três proporções, com aumento no número de folhas na proporção 25:75. Para o índice de clorofila (Tabela 4), houve aumento no teor no genótipo Q1331 nas proporções 75:25 e 50:50, enquanto que para o azevém ocorreu diminuição do índice com redução da densidade da quinoa e aumento da densidade do competidor. Os genótipos Q1324 e Q1303 apresentaram discreta redução dos índices de clorofila sob competição (Tabela 4).

Para área foliar, todos os genótipos de quinoa foram pouco afetados pelo azevém, com resultados variando entre levemente negativos a levemente positivos (Tabela 4). A área foliar do azevém tendeu a ser mais afetada pela competição com a quinoa. Para massa seca, no entanto, todos os genótipos de quinoa foram afetados, especialmente o Q1331. Os genótipos Q1324 e Q1303 foram mais estáveis na competição com o azevém, que por sua vez também foi ampla e consistentemente afetado pela competição com as plantas de quinoa. A competição entre quinoa e azevém (Tabela 4) resultou em impactos diferenciados; o genótipo Q1331 manteve maior altura na maioria das proporções, enquanto o azevém teve seu crescimento vertical menos

afetado. A redução do número de folhas nos genótipos de quinoa e a queda no número de perfilhos do azevém indicam que a competição teve efeito negativo sobre a arquitetura das plantas, conforme relatam Leon et al., (2023) e Asato et al., (2025) em seus trabalhos. O aumento do índice de clorofila no genótipo 1331 e a redução no azevém sugerem resposta fisiológica diferenciada, possivelmente refletindo uma adaptação fotossintética à competição por luz, como ocorreu em cultivares de feijoeiro competindo com a buva (Gasparetto et al., 2024). A estabilidade na área foliar dos genótipos de quinoa sugere menor impacto do azevém nessa característica.

Na comparação com a respectiva testemunha livre de infestação (Tabela 5), o genótipo Q1331 tendeu à maior altura de plantas nas proporções 50:50 e 25:75, porém não apresentando significância entre as densidades. Para o diâmetro do caule, a proporção 75:25 e 25:75 apresentaram aumentos significativos (5,46 e 5,02 mm) em comparação com a testemunha (4,52 mm), enquanto que as demais proporções (50:50 e 25:75) não sofreram alteração no genótipo 1331. O número de folhas ou perfilhos foi mais elevado nas proporções 75:25 e 50:50 (65,25 e 56,44, respectivamente) em comparação com a testemunha (54,19). A área foliar foi pouco afetada e também não apresentou efeito significativo entre as densidades de plantas.

Para o genótipo Q1324 (Tabela 5), altura das plantas, área foliar e o diâmetro do caule foram maiores nas proporções 75:25 e 50:50, enquanto o número de folhas ou perfilhos foi menor nas mesmas proporções. O genótipo Q1303 não sofreu alterações na área foliar comparativamente à testemunha, e até mesmo a superou no número de folhas ou perfilhos nas proporções 50:50 e 25:75 bem como na área foliar nas proporções 75:25 e 25:75. O competidor, em termos gerais, foi prejudicado na competição com os genótipos de quinoa, com valores menores em altura, número de folhas ou perfilhos, área foliar e massa seca, em proporções variadas de plantas. Para todos os genótipos de quinoa (Q1303, Q1324 e Q1331) e também ao competidor (azevém) em todas as associações ocorreu menor acúmulo de massa seca com o aumento da densidade das plantas, seja para a cultura ou a planta daninha.

O aumento da altura para o genótipo Q1331 e a estabilidade da área foliar nos demais genótipos (Tabela 5) sugerem que a quinoa tem maior resiliência na interação com o azevém do que com o nabo. No entanto, a redução da massa seca da parte aérea em todas as associações evidencia que a competição por recursos ainda impõe limitações ao acúmulo de biomassa, conforme relatado também por Leon et al. (2023) em sua pesquisa. A redução do crescimento do azevém na presença da quinoa reforça que essa competição é mais equilibrada do que a interação com o nabo, onde a quinoa foi mais prejudicada.

A Tabela 6 apresenta os índices de competitividade relativa (CR), agrupamentos relativos (Kx e Ky) e agressividade (AG) entre os genótipos de quinoa (Q1331, Q1324 e Q1303) e o azevém. O CR para altura de plantas foi superior para o genótipo Q1324 ($CR = 1,22$), bem como o Kx (1,32), enquanto o competidor apresentou um Kx menor, e também o AG positivo, indicando comportamento mais agressivo desse genótipo. As demais combinações de genótipos de quinoa e azevém apresentaram valores de CR próximos a 1,00. O CR para diâmetro do caule, no entanto, foi maior para o Q1331 e Q1303, comparativamente a 1324. O valor de Kx para essa variável foi superior para o genótipo Q1303 e o índice de agressividade (AG) apresentou valores positivos para Q1324 e Q1303.

Para o número de folhas/perfilhos o índice de competitividade relativa (CR) foi significativamente maior para quinoa 1331 ($CR = 1,54 \pm 0,22$), sugerindo que este genótipo tem um desempenho mais competitivo em relação ao azevém. Os coeficientes de agrupamento relativos (Kx) para quinoa Q1331 e Q1324 foram superiores ao valor de 1,00 ($Kx = 1,10 \pm 0,09$ e $Kx = 1,08 \pm 0,10$, respectivamente), o que indica que esses genótipos têm maior concentração de folhas em relação ao azevém. Além disso, o índice de agressividade (AG) foi positivo para todos os genótipos de quinoa, com a Q1331 apresentando o valor mais alto ($AG = 0,17 \pm 0,06$), o que sugere uma maior vantagem em termos de número de folhas.

Para o índice de clorofila o genótipo de quinoa Q1303 foi o que apresentou o maior CR ($CR = 1,16 \pm 0,03$), indicando que este é mais competitivo quando comparado ao azevém (Tabela 6). O coeficiente de agrupamento relativo Kx foi superior a 1,00 para todos os genótipos, com quinoa Q1331 apresentando o maior valor ($Kx = 1,21 \pm 0,04$). Os valores de AG variaram entre os genótipos, com quinoa 1331 demonstrando valor positivo ($AG = 0,05 \pm 0,01$), enquanto a quinoa Q1324 teve um AG ligeiramente negativo ($AG = -0,01 \pm 0,001$).

Em termos gerais, os índices de competitividade revelam que o genótipo de quinoa 1324 foi o mais competitivo para altura e massa seca da parte aérea, com CR e Kx frequentemente superiores. O genótipo Q1331 apresentou superioridade aos demais no número de folhas/perfilhos e na área foliar, enquanto Q1303 desempenhou bem no índice de clorofila e massa seca da parte aérea (Tabela 6). Logo, quando em competição com o azevém, os três genótipos de quinoa tendem a se equivaler em potencial competitivo, embora com diferentes estratégias competitivas.

A Tabela 6 apresenta os resultados referentes ao efeito das diferentes proporções de competição entre as espécies estudadas sobre as variáveis de crescimento e desenvolvimento. Os dados indicam que, à medida que a proporção da espécie competidora aumenta, observa-se uma redução significativa no crescimento da espécie cultivada, corroborando com resultados

de estudos anteriores envolvendo a competição de trigo e cevada com o azevém (Rigoli et al., 2008; Galon et al., 2017; Pies et al., 2019). Esse efeito pode ser atribuído à competição por recursos como luz, água e nutrientes, que são fatores determinantes na interação entre culturas e plantas competidoras. Os coeficientes de competitividade relativos indicam que a espécie competidora possui uma maior capacidade de utilização dos recursos do ambiente em relação à cultura principal, o que pode resultar em menor biomassa e redução no rendimento da cultura de interesse. Esses resultados estão alinhados com os observados por Pies et al., (2019) ao relatarem redução na produtividade da cevada com o aumento da densidade de azevém em competição.

A Tabela 7 apresenta os teores de nitrogênio (N) e fósforo (P) no tecido das plantas de quinoa, genótipos Q1303, Q1324 e Q1331, em competição com nabo e azevém. Na presença de nabo, os genótipos Q1303 e Q1324, demonstraram maior teor de N na proporção de 75:25 em comparação à testemunha. O teor de fósforo foi ligeiramente mais alto na proporção de 25:75 em comparação às outras proporções da competição. Já para Q1331, os teores de N foram reduzidos nas proporções 50:50 e 25:75 enquanto o P foi mais baixo na proporção 25:75.

Com azevém como competidor, os teores de N e P nos genótipos de quinoa também variaram conforme as proporções das misturas (Tabela 7). Para quinoa Q1303, os teores de N e P apresentaram uma tendência de redução conforme a proporção de azevém aumentava. Para Q1324 e Q1331, a variação nos teores de N não foi consistente, com valores variando em torno da testemunha. Nos genótipos Q1331 e Q1303 o P apresentou valores normalmente inferiores aos da testemunha livre de competição, enquanto o 1324 foi capaz de maximizar os teores de N e ser superior à testemunha na proporção 50:50.

O índice CR (Tabela 3) indica que a cultura de interesse possui menor eficiência em capturar recursos quando em competição com a planta daninha, reforçando a necessidade de estratégias de manejo para minimizar essas perdas. Estudos anteriores (Agostinetto et al., 2013; Galon et al., 2015; Brunetto et al., 2023) sugerem que o conhecimento sobre esses índices é essencial para a definição de medidas de controle e adoção de técnicas de manejo integrado de plantas daninhas. Os resultados obtidos reforçam a importância de estudos sobre interação entre culturas e plantas competidoras para embasar recomendações agronômicas e contribuir para a sustentabilidade dos sistemas produtivos.

4 CONCLUSÃO

Os genótipos de quinoa (Q1303, Q1324 e Q1331) competem essencialmente pelos mesmos recursos ambientais que as plantas daninhas azevém e nabo. Quando comparados entre

si, esses genótipos apresentam similaridade na habilidade competitiva frente a uma mesma espécie infestante, sem diferenças marcantes na sua capacidade de competição.

As variações nos parâmetros CR, K_x/K_y e AG para altura de plantas, diâmetro de caule/colmos, número de folhas/perfilhos, índice de clorofila, área foliar, massa seca da parte aérea e teores de N e P indicam que a intensidade da competição depende da espécie daninha presente. De modo geral, a quinoa apresentou maior crescimento relativo na presença do azevém e menor quando infestada pelo nabo, que se mostrou a planta daninha mais competitiva.

REFERÊNCIAS

- AGOSTINETTO D et al. 2013. Habilidade competitiva relativa de milhã em convivência com arroz irrigado e soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira** 48: 1315-1322.
- AGOSTINETTO D et al. 2017. Metabolic activity of wheat and ryegrass plants in competition. **Planta Daninha** 35: e017155463.
- ASATO, A.E.B.; STEINICKE, C.G.; STEIN, G.; SCHRECK, B.; KATTENBORN, T.; EBELING, A.; POSCH, S.; DENZIER, J.; BUCHNER, T.; SHADAYDEH, M.; WIRTH, C.; EISENHAUER, N.; HINES, J. Seasonal shifts in plant diversity effects on above-ground–below-ground phenological synchrony. **Journal of Ecology**, v.113, n.2, p.472-484, 2025. <https://doi.org/10.1111/1365-2745.14470>
- BALEM, R. et al. Controle de nabo e azevém em trigo com herbicidas pós-emergentes. **Revista de Ciência e Inovação**, v. 6, n. 1, p. 12, 2021.
- BERNARDI, N.D.C.; MELO, T.S.; PARFITT, J.M.B.; DEUNER, S.; RIBEIRO, I.B.; CONCENÇO, G. Ecophysiological adaptability of rice sown on residual ridges of previous soybean cultivation. **Acta Scientiarum Agronomy**, v.46, n.1, 2024. <https://doi.org/10.4025/actasciagron.v46i1.66966>
- 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, p.1380-1387, 2006.
- BRUNETTO, L. et al. Competitive response and level of economic damage of quinoa in the presence of alexandergrass. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v.18, n.1, e2543, 2023.
- CALDAS, J.V.S. et al. Weed Competition on soybean varieties from different relative maturity groups. **Agriculture**, v.13, n.3, p.725, 2023.
- CHAUDHARI S et al. 2019. Turnip tolerance to preplant incorporated trifluralin. **Weed Technology** 33: 123-127.
- COSTA, L.O & RIZZARDI, M.S. 2015. Competitive ability of wheat in association with biotypes of *Raphanus raphanistrum* L. resistant and susceptible to ALS inhibitor herbicides. **Ciência e Agrotecnologia** 39: 121-130.
- COUSENS, R.; O'NEILL, M. Density dependence of replacement series experiments. **Oikos**, v.66, p.347-352, 1993.
- FRANZ, E et al. 2020. Habilidade competitiva de cultivares de canola em competição com o nabo / Competitive ability of canola cultivars in competition with turnip. **Brazilian Journal of Development** 6: 82507-82523.
- GALON, L. Competitive ability of canola hybrids with weeds. **Planta Daninha**, v. 33, n. 3, p. 413-423, 2015 <https://doi.org/10.1590/S0100-83582015000300004>

GALON L et al. 2017. Competitive relative ability of barley cultivars in interaction with turnip. **Planta Daninha** 35: e017164016.

García-Parra, M.; Zurita-Silva, A.; Stechauner-Rohringer, R.; Roa-Acosta, D.; Jacobsen S.E. Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) and its relationship with agroclimatic characteristics: A Colombian perspective. **Chilean Journal of Agricultural Research**, v.80, n.2, p.290-302, 2020.

GASPARETTO, I.G.; GALON, L.; MULLER, C.; BRANDLER, D.; TONIN, R.J.; PERIN, G.F. Respostas morfofisiológicas de cultivares de feijão em competição com *Conyza bonariensis*. **Caatinga**, v.37, 2024. <https://doi.org/10.1590/1983-21252024v37113feij33rc>

JASTRZEBSKA, M. et al. 2023. Is diversified crop rotation an effective non-chemical strategy for protecting triticale yield and weed diversity? **Agronomy** 13: 1589.

KUMAR, K.; KUMAR, V.; MALIK, J.K. Essential nutrients for plant growth, nutrient functions and deficiency symptoms: a review. **Dizhen Dizhi Journal**, v.15, n.2, 2023. <http://dx.doi.org/10.13140/RG.2.2.21587.69927>

LEON, R.G.; OREJA, F.H.; MIRSKY, S.B.; REBERT-HORTON, C. Addressing biases in replacement series: the importance of reference density selection for interpretation of competition outcomes. **Weed Science**, v.71, n.6, p.606-614, 2023. <https://doi.org/10.1017/wsc.2023.53>

LIMA, N.; SODRÉ, G.; LIMA, H.; PAIVA, S.; KAIOWÁ, A.; COUTINHO, A. Plasticidade fenotípica. **Revista Ciência Elementar**, v.5, n.2, 2017. <http://doi.org/10.24927/rce2017.017>

LUO, C.L.; DUAN, H.X.; WANG, Y.L.; LIU, H.J.; XU, S.X. Complementarity and competitive trade-offs enhance forage productivity, nutritive balance, land and water use, and economics in legume-grass intercropping. **Field Crops Research**, v.319, n.2 e109642, 2024.

MINH, N.V.; NGUYEN, T.V. Assessment of yield and quality of quinoa accessions grown in Ferralsols following seasonal difference. **Australian Journal of Crop Science**, v.15, n.12, p.1485-1491, 2021.

Nosratti, I. et al. Knowledge of cover crop seed traits and treatments to enhance weed suppression: a narrative review. **Agronomy**, v.13, n., p.1683, 2023.

PIES, W. et al. 2019. Habilidade competitiva de cevada em convivência com densidades de azevém. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias** 4: 1-6.

PIERIK, R. & BALLARÉ, C.L. 2021. Control of plant growth and defense by photoreceptors: from mechanisms to opportunities in agriculture. **Molecular Plant** 14: 61-76.

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.

RUBIN, R.S. et al. 2014. Habilidade competitiva relativa de arroz irrigado com arroz-vermelho suscetível ou resistente ao herbicida imazapyr+ imazapic. *Arquivos do Instituto Biológico* 81: 173-179.

SPEHAR, C.R.; ROCHA, J.E.S; SANTOS, L.R.B. Desempenho agronômico e recomendações para cultivo de quinoa (BRS Syetetuba) no cerrado. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v.41, n.1, p.145-147, 2011. <<https://doi.org/10.5216/pat.v41i1.9395>>.

STRECK, E.V. et al. 2018. **Solos do Rio Grande do Sul**. 3. ed., rev. e ampl. Porto Alegre: Emater/RS-Ascar. 252p.

TEDESCO, M. J. et al. **Análises de solo, plantas e outros materiais**. 2.ed rev. e ampl.. Porto Alegre: Departamento de Solos, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1995. 174 p. (Boletim Técnico, 5).

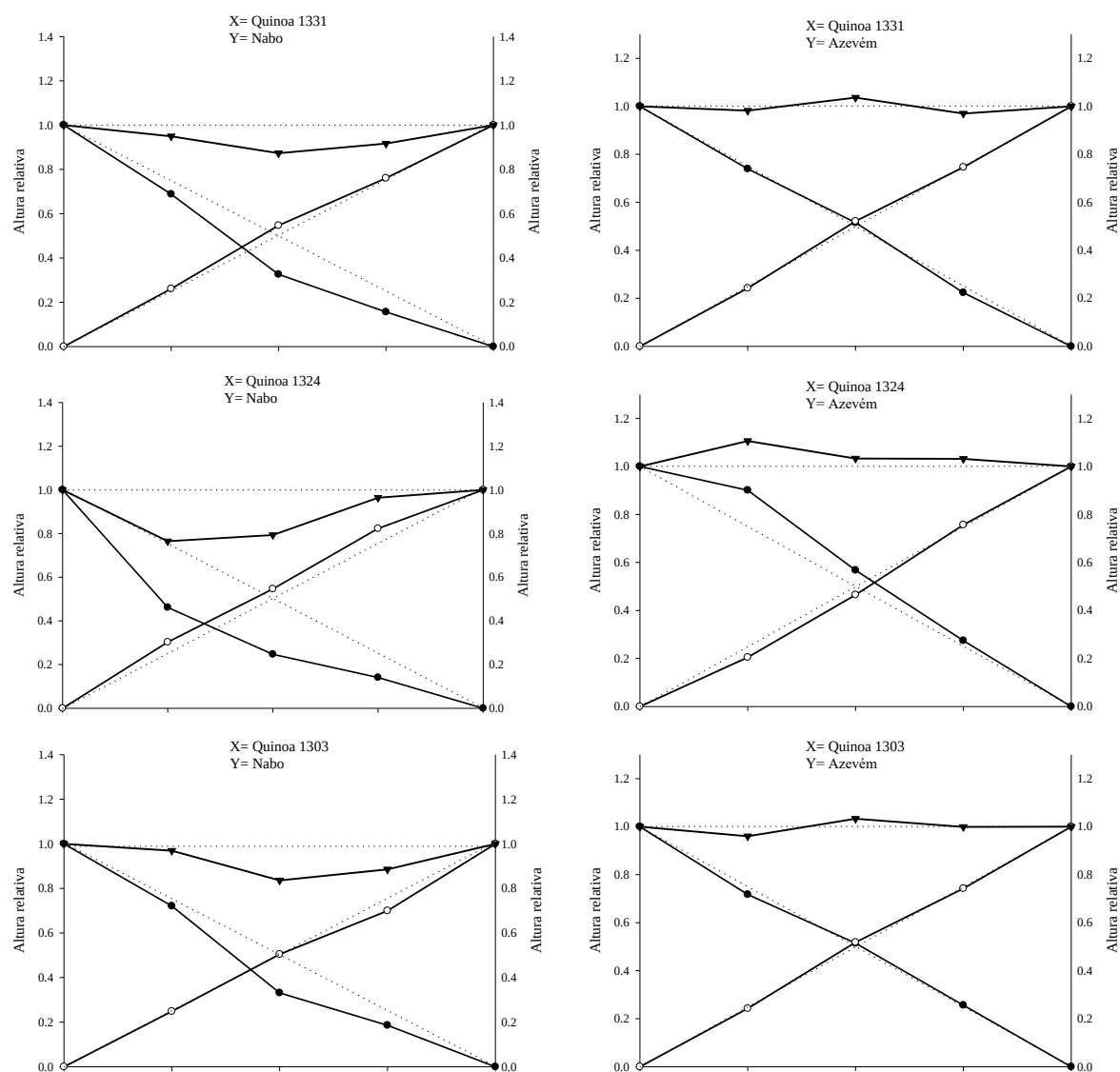


Figura 2. Produtividade relativa (PR) e total (PRT) dos genótipos de quinoa e competidores nabo e/ou azevém; (●) altura relativa dos genótipos de quinoa (X), (○) altura relativa do nabo e/ou azevém e (▼) altura relativa total das espécies. Linhas tracejadas referem-se às produtividades relativas hipotéticas, quando não ocorre competição de uma espécie sobre a outra. UFFS, Erechim/RS.

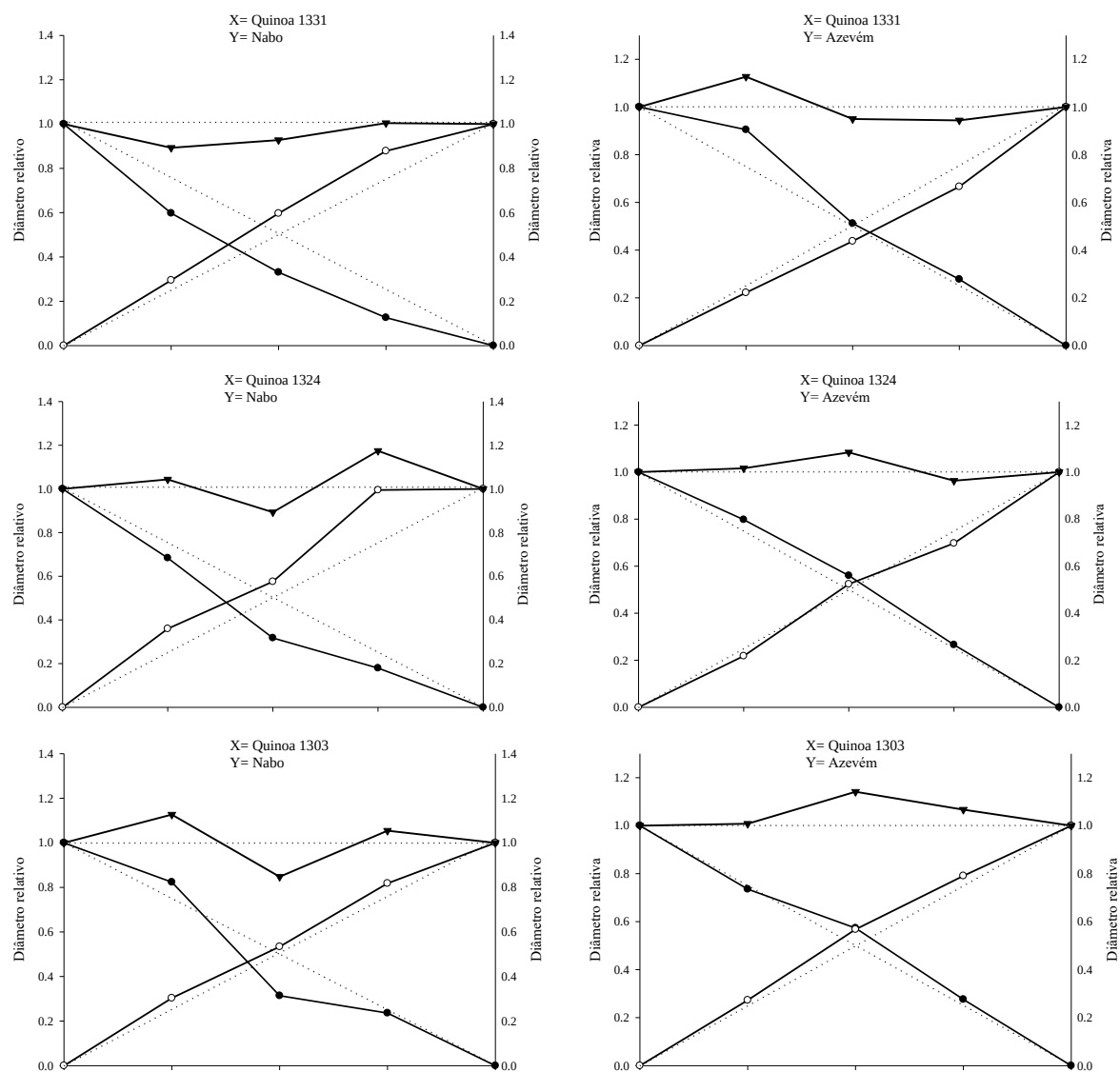


Figura 3. Produtividade relativa (PR) e total (PRT) dos genótipos de quinoa e competidores nabo e/ou azevém; (●) diâmetro relativo dos genótipos de quinoa (X), (o) diâmetro relativo do nabo e/ou azevém e (▼) diâmetro relativo total das espécies. Linhas tracejadas referem-se às produtividades relativas hipotéticas, quando não ocorre competição de uma espécie sobre a outra. UFFS, Erechim/RS.

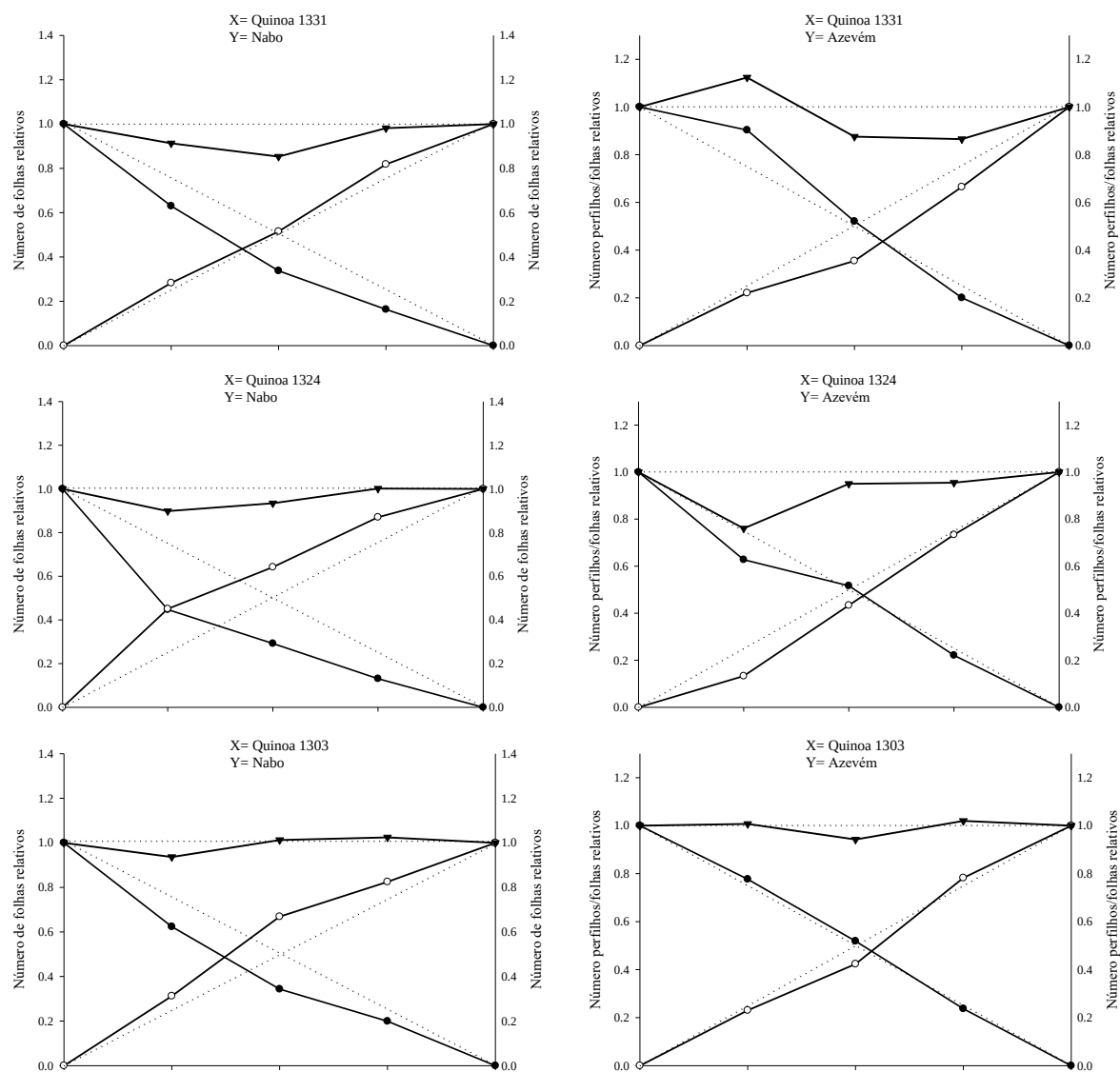


Figura 4. Produtividade relativa (PR) e total (PRT) dos genótipos de quinoa e competidores nabo e/ou azevém; (●) número de folhas relativos dos genótipos de quinoa (X), (o) número de folhas ou de perfilhos relativos do nabo e/ou azevém e (▼) número de folhas ou de perfilhos relativos total das espécies. Linhas tracejadas referem-se às produtividades relativas hipotéticas, quando não ocorre competição de uma espécie sobre a outra. UFFS, Erechim/RS.

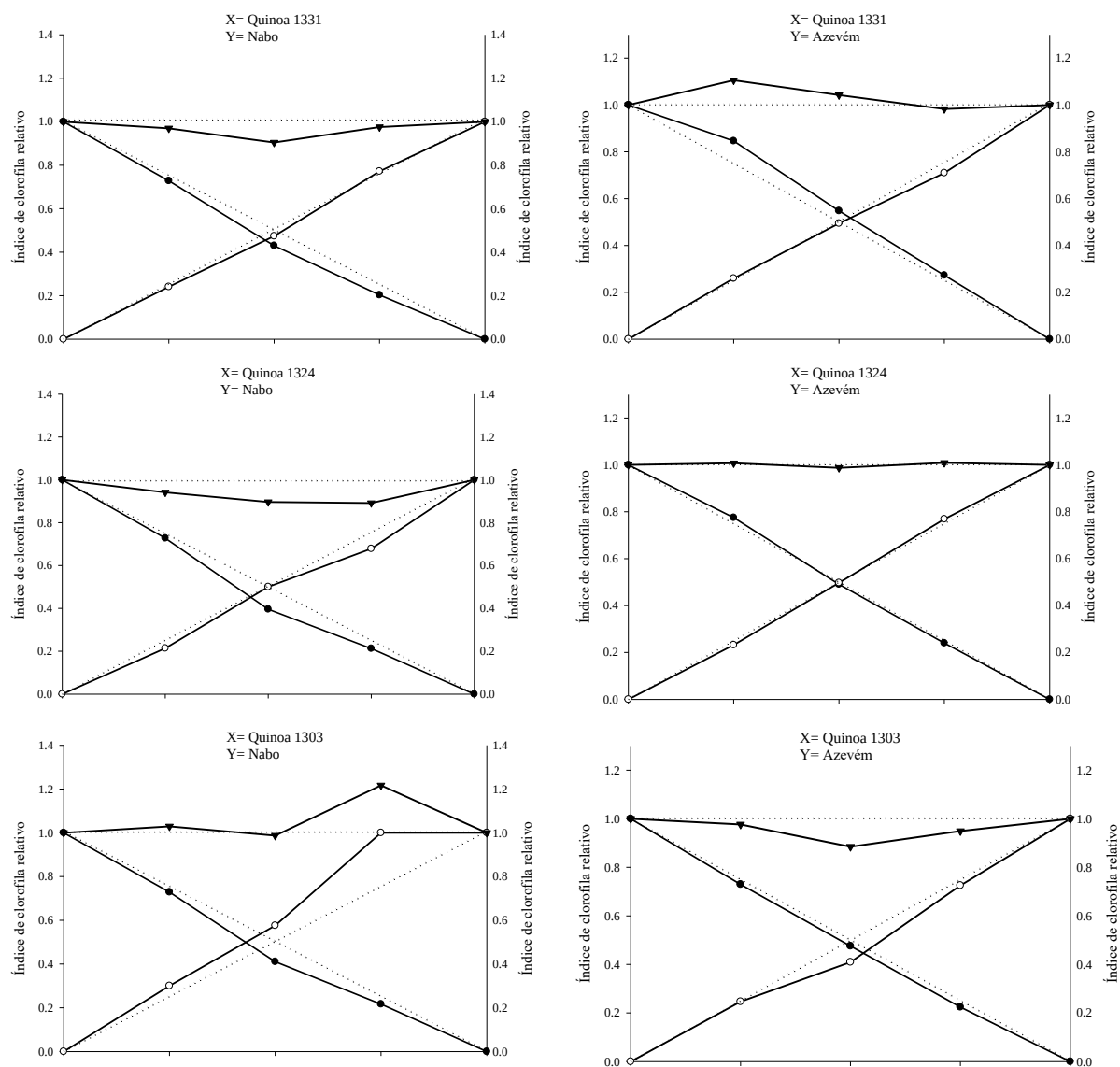


Figura 5. Produtividade relativa (PR) e total (PRT) dos genótipos de quinoa e competidores nabo e/ou azevém; (●) índice de clorofila relativo dos genótipos de quinoa (X), (○) índice de clorofila relativo do nabo e/ou azevém e (▼) índice de clorofila relativo total das espécies. Linhas tracejadas referem-se às produtividades relativas hipotéticas, quando não ocorre competição de uma espécie sobre a outra. UFFS, Erechim/RS.

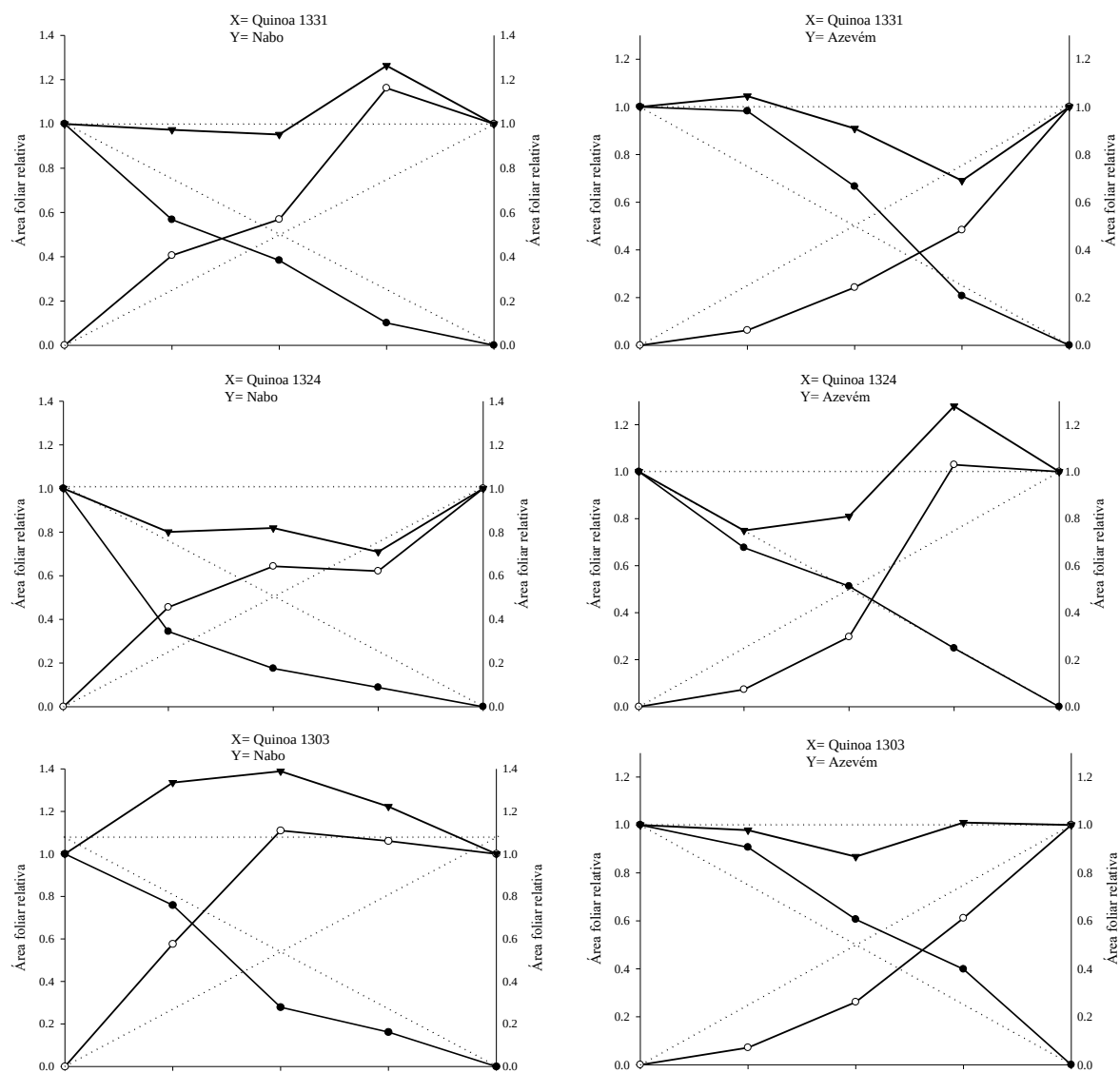


Figura 6. Produtividade relativa (PR) e total (PRT) dos genótipos de quinoa e competidores nabo e/ou azevém; (●) área foliar relativa dos genótipos de quinoa (X), (o) área foliar relativa do nabo e/ou azevém e (▼) área foliar relativa total das espécies. Linhas tracejadas referem-se às produtividades relativas hipotéticas, quando não ocorre competição de uma espécie sobre a outra. UFFS, Erechim/RS.

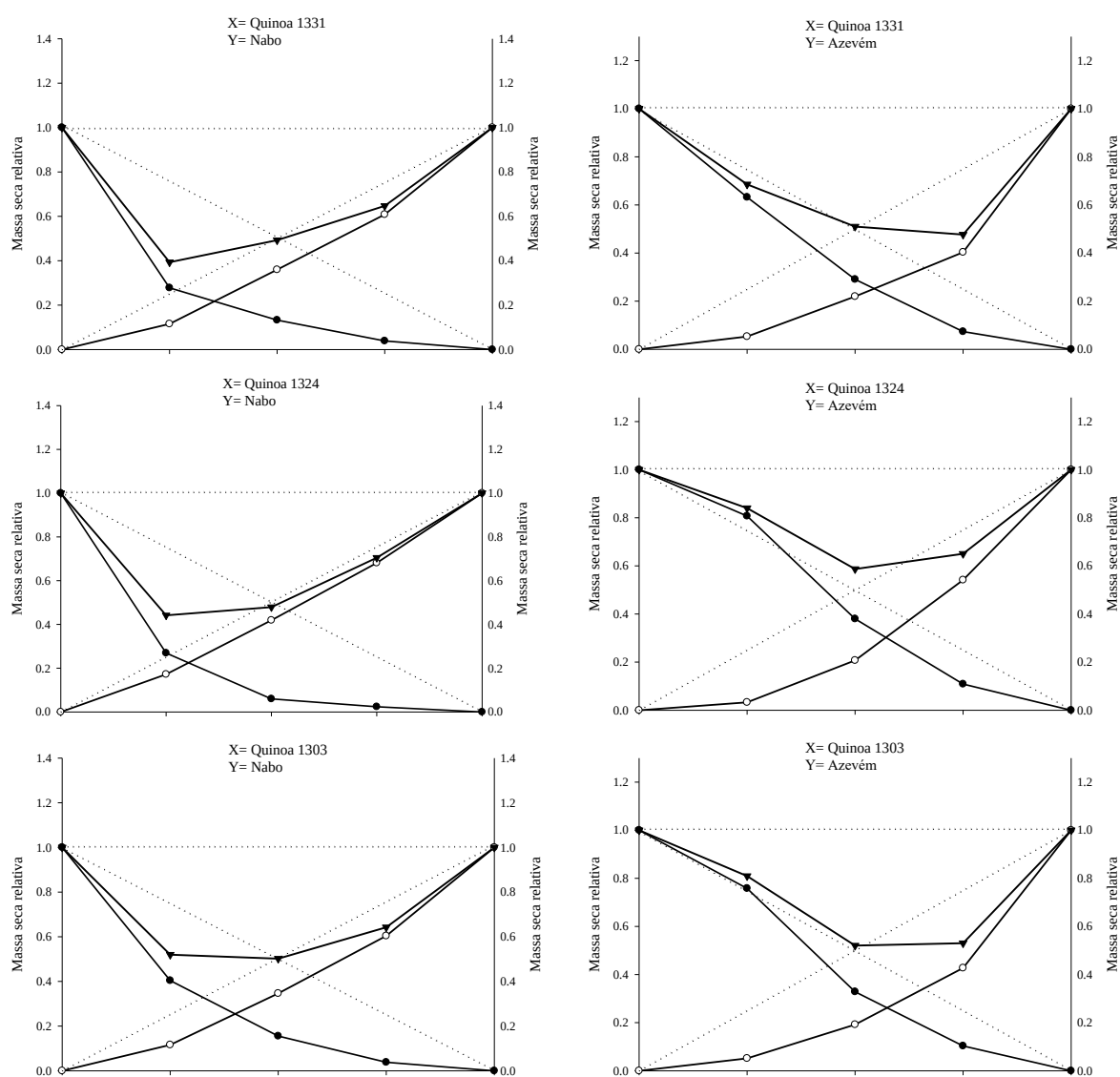


Figura 7. Produtividade relativa (PR) e total (PRT) dos genótipos de quinoa e competidores nabo e/ou azevém; (●) massa seca relativa dos genótipos de quinoa (X), (○) massa seca relativa do nabo e/ou azevém e (▼) massa seca relativa total das espécies. Linhas tracejadas referem-se às produtividades relativas hipotéticas, quando não ocorre competição de uma espécie sobre a outra. UFFS, Erechim/RS.

Tabela 1. Diferenças entre plantas associadas ou não dos genótipos de quinoa 1331, 1324 e 1303 de nabo para altura de plantas, diâmetro de caule, área foliar, número de folhas, índice de clorofila e massa seca da parte aérea. UFFS, Campus Erechim-RS.

Variáveis	Proporções de plantas associadas (quinoa: competidor)		
	75:25	50:50	25:75
altura			
Quinoa 1331	-0,06 ($\pm 0,02$)	-0,17 ($\pm 0,01$)*	-0,09 ($\pm 0,01$)*
Nabo	0,01 ($\pm 0,01$)	0,05 ($\pm 0,01$)	0,01 ($\pm 0,01$)
Total	0,95 ($\pm 0,03$)	0,87 ($\pm 0,01$)*	0,92 ($\pm 0,01$)*
Quinoa 1324	-0,29 ($\pm 0,04$)*	-0,25 ($\pm 0,01$)*	-0,11 ($\pm 0,001$)*
Nabo	0,05 ($\pm 0,01$)*	0,05 ($\pm 0,001$)*	0,07 ($\pm 0,02$)*
Total	0,76 ($\pm 0,04$)*	0,79 ($\pm 0,01$)*	0,92 ($\pm 0,02$)
Quinoa 1303	-0,03 ($\pm 0,02$)	-0,17 ($\pm 0,02$)*	-0,06 ($\pm 0,02$)*
Nabo	-0,002 ($\pm 0,06$)	0,005 ($\pm 0,01$)	-0,05 ($\pm 0,02$)
Total	0,97 ($\pm 0,02$)	0,84 ($\pm 0,02$)*	0,89 ($\pm 0,02$)*
Diâmetro de caule			
Quinoa 1331	-0,15 ($\pm 0,05$)*	-0,17 ($\pm 0,04$)*	-0,12 ($\pm 0,001$)*
Nabo	0,05 ($\pm 0,001$)	0,10 ($\pm 0,03$)	0,13 ($\pm 0,02$)*
Total	0,89 ($\pm 0,05$)	0,93 ($\pm 0,05$)	1,00 ($\pm 0,02$)
Quinoa 1324	-0,07 ($\pm 0,02$)*	-0,18 ($\pm 0,001$)*	-0,07 ($\pm 0,01$)*
Nabo	0,11 ($\pm 0,06$)	0,11 ($\pm 0,04$)	0,24 ($\pm 0,02$)*
Total	1,04 ($\pm 0,06$)	0,89 ($\pm 0,02$)*	1,17 ($\pm 0,03$)*
Quinoa 1303	0,07 ($\pm 0,02$)*	-0,19 ($\pm 0,03$)*	-0,01 ($\pm 0,001$)*
Nabo	0,05 ($\pm 0,01$)*	0,03 ($\pm 0,01$)*	0,07 ($\pm 0,04$)
Total	1,13 ($\pm 0,02$)*	0,85 ($\pm 0,02$)*	1,05 ($\pm 0,04$)
Número de folhas			
Quinoa 1331	-0,12 ($\pm 0,02$)*	-0,16 ($\pm 0,03$)*	-0,09 ($\pm 0,001$)*
Nabo	0,03 ($\pm 0,01$)*	0,02 ($\pm 0,01$)	0,07 ($\pm 0,05$)
Total	0,91 ($\pm 0,02$)*	0,85 ($\pm 0,04$)*	0,98 ($\pm 0,05$)
Quinoa 1324	-0,30 ($\pm 0,01$)*	-0,21 ($\pm 0,01$)*	-0,12 ($\pm 0,01$)*
Nabo	0,20 ($\pm 0,06$)*	0,14 ($\pm 0,01$)*	0,12 ($\pm 0,04$)*
Total	0,90 ($\pm 0,02$)*	0,93 ($\pm 0,01$)*	1,00 ($\pm 0,04$)
Quinoa 1303	-0,13 ($\pm 0,01$)*	-0,16 ($\pm 0,01$)*	-0,05 ($\pm 0,01$)*
Nabo	0,06 ($\pm 0,01$)*	0,17 ($\pm 0,09$)	0,08 ($\pm 0,03$)
Total	0,94 ($\pm 0,01$)*	1,01 ($\pm 0,08$)	1,02 ($\pm 0,02$)
Índice de clorofila			
Quinoa 1331	-0,02 ($\pm 0,02$)	-0,07 ($\pm 0,02$)*	-0,05 ($\pm 0,001$)*
Nabo	-0,01 ($\pm 0,001$)	-0,03 ($\pm 0,01$)*	0,02 ($\pm 0,02$)
Total	0,99 ($\pm 0,02$)	0,90 ($\pm 0,02$)*	0,98 ($\pm 0,02$)
Quinoa 1324	-0,02 ($\pm 0,03$)	-0,10 ($\pm 0,01$)*	-0,04 ($\pm 0,001$)*
Nabo	-0,04 ($\pm 0,01$)	0,0004 ($\pm 0,01$)	-0,07 ($\pm 0,02$)*
Total	0,94 ($\pm 0,04$)	0,90 ($\pm 0,01$)*	0,89 ($\pm 0,02$)*
Quinoa 1303	-0,02 ($\pm 0,01$)	-0,09 ($\pm 0,001$)*	-0,03 ($\pm 0,01$)*
Nabo	0,05 ($\pm 0,001$)*	0,08 ($\pm 0,02$)*	0,25 ($\pm 0,02$)*
Total	1,03 ($\pm 0,01$)	0,99 ($\pm 0,02$)	1,22 ($\pm 0,02$)*
Área foliar			
Quinoa 1331	-0,29 ($\pm 0,03$)*	-0,34 ($\pm 0,01$)*	-0,19 ($\pm 0,01$)*
Nabo	-0,19 ($\pm 0,01$)*	-0,21 ($\pm 0,01$)	-0,10 ($\pm 0,07$)
Total	0,53 ($\pm 0,03$)*	0,45 ($\pm 0,02$)*	0,71 ($\pm 0,07$)*
Quinoa 1324	-0,36 ($\pm 0,01$)*	-0,30 ($\pm 0,01$)*	-0,21 ($\pm 0,001$)*
Nabo	-0,12 ($\pm 0,02$)*	-0,04 ($\pm 0,03$)	0,19 ($\pm 0,09$)
Total	0,52 ($\pm 0,01$)*	0,66 ($\pm 0,02$)*	0,97 ($\pm 0,09$)
Quinoa 1303	-0,26 ($\pm 0,02$)*	-0,30 ($\pm 0,01$)*	-0,21 ($\pm 0,001$)
Nabo	-0,18 ($\pm 0,001$)*	-0,30 ($\pm 0,01$)*	-0,25 ($\pm 0,03$)*
Total	0,56 ($\pm 0,02$)*	0,41 ($\pm 0,01$)*	0,54 ($\pm 0,03$)*
Massa seca da parte aérea			
Quinoa 1331	-0,47 ($\pm 0,03$)*	-0,37 ($\pm 0,01$)*	-0,21 ($\pm 0,001$)*
Nabo	-0,13 ($\pm 0,001$)*	-0,14 ($\pm 0,01$)*	-0,14 ($\pm 0,02$)*
Total	0,39 ($\pm 0,03$)*	0,49 ($\pm 0,01$)*	0,65 ($\pm 0,0$)*
Quinoa 1324	-0,48 ($\pm 0,02$)*	-0,44 ($\pm 0,001$)*	-0,23 ($\pm 0,001$)*
Nabo	-0,08 ($\pm 0,01$)*	-0,08 ($\pm 0,01$)*	-0,07 ($\pm 0,02$)*
Total	0,44 ($\pm 0,01$)*	0,48 ($\pm 0,01$)*	0,70 ($\pm 0,02$)*
Quinoa 1303	-0,35 ($\pm 0,02$)*	-0,34 ($\pm 0,01$)*	-0,21 ($\pm 0,001$)*
Nabo	-0,13 ($\pm 0,01$)*	-0,15 ($\pm 0,01$)*	-0,15 ($\pm 0,01$)*
Total	0,52 ($\pm 0,02$)*	0,50 ($\pm 0,02$)*	0,64 ($\pm 0,01$)*

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

Tabela 2. Diferenças entre plantas associadas ou não dos genótipos de quinoa 1331, 1324 e 1303 de nabo, para altura de planta, área foliar, diâmetro, índice de clorofila, número de folhas ou de perfilhos e massa seca da parte aérea. UFFS, Campus Erechim-RS.

Proporções de plantas (Quinoa: competidor)	Altura (cm)	Diâmetro (mm)	N. folhas ou perfilhos	Índice de clorofila (SPAD)	Área foliar (cm ² vaso ⁻¹)	Massa seca (g vaso ⁻¹)
Genótipo 1331						
100:0 (T)	65,84	8,19	56,25	58,11	1008,45	77,41
75:25	60,42	6,52	47,25	56,44	763,05*	28,70*
50:50	42,97*	5,42*	38,00*	50,00*	773,11*	20,55*
25:75	41,15*	4,13*	36,75*	46,26*	407,86*	12,02*
CV (%)	5,95	16,99	10,67	6,54	10,87	16,06
Competidor						
0:100 (T)	72,62	8,22	24,75	45,28	1035,34	91,68
25:75	73,63	9,62	27,00	46,61	1603,86*	74,37*
50:50	79,39	9,81*	25,50	42,94	1178,12	65,95*
75:25	75,80	9,70	28,00	43,64	1681,76*	42,36*
CV (%)	5,20	6,64	8,52	5,03	10,96	6,03
Genótipo 1324						
100:0 (T)	67,16	6,84	62,00	60,98	1241,30	73,18
75:25	41,35*	6,23	37,00*	59,15	570,71*	26,29*
50:50	33,18*	4,34*	36,25*	48,31*	435,48*	8,76*
25:75	37,85*	4,91*	32,50*	51,93*	437,80*	6,99*
CV (%)	9,02	11,16	5,85	5,44	16,53	8,68
Competidor						
0:100 (T)	75,24	7,67	20,25	43,69	846,08	82,42
25:75	82,55*	10,17	23,50	39,54	700,88	74,83*
50:50	82,23*	8,82	26,00*	43,73	1088,85	69,10*
75:25	91,20*	11,03*	36,51*	37,43*	1542,49*	56,69*
CV (%)	4,34	14,34	10,14	7,58	18,79	5,47
Genótipo 1303						
100:0 (T)	71,11	6,11	52,00	59,94	853,00	68,22
75:25	68,34	6,71	43,25*	58,25	863,07	36,75*
50:50	47,10*	3,84*	35,75*	49,25*	475,62*	21,23*
25:75	52,88*	5,77	41,50*	51,99*	552,26*	10,41*
CV (%)	9,83	7,21	6,34	6,12	11,88	10,95
Competidor						
0:100 (T)	81,86	8,16	20,00	34,46	648,72	85,92
25:75	76,35*	8,90	22,00	45,95*	917,49*	69,20*
50:50	82,61	8,72	26,75	39,69*	1438,82*	59,51*
75:25	81,29	9,89*	25,00	41,40*	1495,88*	39,86*
CV (%)	3,39	7,46	16,92	5,64	6,93	5,55

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

Tabela 3. Índices de competitividade entre genótipos de quinoa e nabo expressos por competitividade relativa (CR), coeficientes de agrupamentos relativos (K) e de agressividade (AG), obtidos em experimentos conduzidos em séries substitutivas, UFFS, Erechim-RS.

Variáveis	CR	K _x (quinoa)	K _y nabo)	AG
Altura				
Quinoa 1331 x nabo	0,60 (±0,02)*	0,49 (±0,02)*	1,21 (±0,04)*	-0,22 (±0,01)*
Quinoa 1324 x nabo	0,45 (±0,01)*	0,33 (±0,01)*	1,20 (±0,007)*	-0,30 (±0,01)*
Quinoa 1303 x nabo	0,66 (±0,03)*	0,50 (±0,04)*	1,02 (±0,02)*	-0,17 (±0,01)*
Diâmetro de caule				
Quinoa 1331 x nabo	0,56 (±0,07)*	0,51 (±0,09)*	1,51 (±0,17)*	-0,27 (±0,04)*
Quinoa 1324 x nabo	0,56 (±0,03)*	0,47 (±0,009)*	1,38 (±0,13)*	-0,26 (±0,03)*
Quinoa 1303 x nabo	0,59 (±0,06)*	0,46 (±0,05)*	1,15 (±0,05)*	-0,22 (±0,06)*
Número de folhas				
Quinoa 1331 x nabo	0,65 (±0,06)*	0,53 (±0,08)*	1,06 (±0,02)*	-0,18 (±0,03)*
Quinoa 1324 x nabo	0,46 (±0,01)*	0,41 (±0,01)*	1,80 (±0,08)*	-0,35 (±0,01)*
Quinoa 1303 x nabo	0,55 (±0,09)*	0,52 (±0,02)	2,94 (±1,14)*	-0,33 (±0,01)*
Índice de clorofila				
Quinoa 1331 x nabo	0,91 (±0,06)	0,76 (±0,07)	0,90 (±0,03)	-0,04 (±0,03)
Quinoa 1324 x nabo	0,80 (±0,04)*	0,66 (±0,03)*	1,01 (±0,06)*	-0,10 (±0,02)*
Quinoa 1303 x nabo	0,72 (±0,03)*	0,70 (±0,01)*	1,38 (±0,12)*	-0,17 (±0,02)*
Área foliar				
Quinoa 1331 x nabo	0,57 (±0,04)*	0,20 (±0,01)*	0,41 (±0,01)*	-0,13 (±0,02)*
Quinoa 1324 x nabo	0,44 (±0,05)*	0,25 (±0,01)*	0,87 (±0,01)*	-0,26 (±0,04)*
Quinoa 1303 x nabo	1,01 (±0,11)*	0,26 (±0,02)	0,26 (±0,02)	-0,002 (±0,02)*
Massa seca da parte aérea				
Quinoa 1331 x nabo	0,37 (±0,05)*	0,15 (±0,02)*	0,56 (±0,03)*	-0,23 (±0,03)*
Quinoa 1324 x nabo	0,14 (±0,01)*	0,06 (±0,005)*	0,72 (±0,03)*	-0,36 (±0,01)*
Quinoa 1303 x nabo	0,45 (±0,02)*	0,18 (±0,01)*	0,53 (±0,02)*	-0,19 (±0,01)*

* Diferença significativa pelo teste “t” ($p \leq 0,05$). Valores entre parênteses representam o erro padrão da média. K_x e K_y são os coeficientes de agrupamentos relativos dos genótipos de quinoa e do competidor, respectivamente.

Tabela 4. Diferenças relativas para altura, área foliar, diâmetro de caule, número de folhas/perfilhos e massa seca aérea dos genótipos de quinoa 1331, 1324 e 1303 de azevém. UFFS, Erechim/RS.

Variáveis	Proporções de plantas associadas (cultura: competidor)		
	75:25	50:50	25:75
Altura			
Quinoa 1331	-0,01 ($\pm 0,02$)	0,02 ($\pm 0,01$)	-0,03 ($\pm 0,01$)
Azevém	-0,01 ($\pm 0,001$)*	0,02 ($\pm 0,01$)*	-0,001 ($\pm 0,02$)
Total	0,98 ($\pm 0,02$)	1,04 ($\pm 0,01$)	0,97 ($\pm 0,01$)
Quinoa 1324	0,15 ($\pm 0,02$)*	0,07 ($\pm 0,01$)*	0,02 ($\pm 0,01$)*
Azevém	-0,04 ($\pm 0,02$)	-0,03 ($\pm 0,01$)*	0,01 ($\pm 0,01$)
Total	1,11 ($\pm 0,04$)	1,03 ($\pm 0,01$)	1,03 ($\pm 0,01$)
Quinoa 1303	-0,03 ($\pm 0,02$)	0,01 ($\pm 0,01$)	0,01 ($\pm 0,001$)
Azevém	-0,01 ($\pm 0,001$)*	0,02 ($\pm 0,001$)*	-0,01 ($\pm 0,02$)
Total	0,96 ($\pm 0,01$)	1,03 ($\pm 0,01$)	1,00 ($\pm 0,02$)
Diâmetro de caule			
Quinoa 1331	0,16 ($\pm 0,01$)*	0,01 ($\pm 0,001$)*	0,03 ($\pm 0,01$)
Azevém	-0,03 ($\pm 0,001$)*	-0,06 ($\pm 0,03$)	-0,08 ($\pm 0,04$)
Total	1,13 ($\pm 0,01$)*	0,95 ($\pm 0,03$)	0,94 ($\pm 0,04$)
Quinoa 1324	0,05 ($\pm 0,01$)*	0,06 ($\pm 0,02$)*	0,02 ($\pm 0,001$)*
Azevém	-0,03 ($\pm 0,01$)*	0,02 ($\pm 0,02$)	-0,05 ($\pm 0,02$)
Total	1,02 ($\pm 0,01$)	1,08 ($\pm 0,04$)	0,96 ($\pm 0,02$)
Quinoa 1303	-0,01 ($\pm 0,02$)	0,07 ($\pm 0,01$)*	0,03 ($\pm 0,001$)*
Azevém	0,02 ($\pm 0,01$)*	0,07 ($\pm 0,01$)*	0,04 ($\pm 0,04$)
Total	1,01 ($\pm 0,02$)	1,14 ($\pm 0,01$)*	1,07 ($\pm 0,05$)
Número de folhas/perfilhos			
Quinoa 1331	0,15 ($\pm 0,001$)	0,02 ($\pm 0,02$)	-0,05 ($\pm 0,01$)*
Azevém	-0,03 ($\pm 0,01$)*	-0,14 ($\pm 0,04$)*	-0,09 ($\pm 0,03$)*
Total	1,12 ($\pm 0,001$)*	0,88 ($\pm 0,03$)*	0,87 ($\pm 0,03$)*
Quinoa 1324	-0,12 ($\pm 0,02$)*	0,02 ($\pm 0,02$)	-0,03 ($\pm 0,001$)*
Azevém	-0,12 ($\pm 0,001$)*	-0,07 ($\pm 0,02$)*	-0,02 ($\pm 0,04$)
Total	0,76 ($\pm 0,02$)*	0,95 ($\pm 0,04$)	0,95 ($\pm 0,03$)
Quinoa 1303	0,03 ($\pm 0,02$)	-0,01 ($\pm 0,01$)	0,02 ($\pm 0,01$)
Azevém	-0,02 ($\pm 0,01$)	-0,08 ($\pm 0,01$)*	0,03 ($\pm 0,03$)
Total	1,02 ($\pm 0,02$)	0,94 ($\pm 0,01$)*	1,02 ($\pm 0,03$)
Índice de clorofila			
Quinoa 1331	0,10 ($\pm 0,02$)*	0,05 ($\pm 0,01$)*	0,02 ($\pm 0,001$)*
Azevém	0,01 ($\pm 0,001$)	-0,01 ($\pm 0,01$)	-0,04 ($\pm 0,02$)
Total	1,11 ($\pm 0,02$)*	1,04 ($\pm 0,01$)*	0,98 ($\pm 0,02$)
Quinoa 1324	0,03 ($\pm 0,001$)*	-0,01 ($\pm 0,001$)*	-0,01 ($\pm 0,001$)*
Azevém	-0,02 ($\pm 0,001$)*	-0,001 ($\pm 0,001$)	0,02 ($\pm 0,03$)
Total	1,01 ($\pm 0,001$)	0,99 ($\pm 0,001$)*	1,01 ($\pm 0,03$)
Quinoa 1303	-0,02 ($\pm 0,03$)	-0,02 ($\pm 0,01$)*	-0,03 ($\pm 0,01$)*
Azevém	-0,001 ($\pm 0,001$)	-0,02 ($\pm 0,02$)	-0,09 ($\pm 0,01$)*
Total	0,98 ($\pm 0,03$)	0,88 ($\pm 0,02$)*	0,95 ($\pm 0,02$)*
Área foliar			
Quinoa 1331	0,23 ($\pm 0,06$)*	0,17 ($\pm 0,04$)*	-0,04 ($\pm 0,02$)
Azevém	-0,19 ($\pm 0,001$)*	-0,26 ($\pm 0,03$)*	-0,27 ($\pm 0,03$)*
Total	1,05 ($\pm 0,06$)	0,91 ($\pm 0,05$)	0,69 ($\pm 0,03$)*
Quinoa 1324	-0,07 ($\pm 0,05$)	0,01 ($\pm 0,02$)	-0,001 ($\pm 0,01$)
Azevém	-0,18 ($\pm 0,001$)*	-0,20 ($\pm 0,001$)*	0,28 ($\pm 0,01$)*
Total	0,75 ($\pm 0,05$)*	0,81 ($\pm 0,02$)*	1,28 ($\pm 0,01$)*
Quinoa 1303	0,16 ($\pm 0,03$)*	0,11 ($\pm 0,03$)*	0,15 ($\pm 0,01$)*
Azevém	-0,18 ($\pm 0,001$)*	-0,24 ($\pm 0,02$)*	-0,14 ($\pm 0,02$)*
Total	0,98 ($\pm 0,03$)	0,87 ($\pm 0,04$)*	1,01 ($\pm 0,03$)
Massa seca da parte aérea			
Quinoa 1331	-0,12 ($\pm 0,01$)*	-0,21 ($\pm 0,01$)*	-0,18 ($\pm 0,01$)*
Azevém	-0,20 ($\pm 0,001$)*	-0,28 ($\pm 0,01$)*	-0,35 ($\pm 0,01$)*
Total	0,69 ($\pm 0,01$)*	0,51 ($\pm 0,01$)*	0,48 ($\pm 0,01$)*
Quinoa 1324	0,06 ($\pm 0,03$)	-0,12 ($\pm 0,02$)*	-0,14 ($\pm 0,001$)*
Azevém	-0,22 ($\pm 0,001$)*	-0,29 ($\pm 0,001$)*	-0,21 ($\pm 0,01$)*
Total	0,84 ($\pm 0,03$)*	0,59 ($\pm 0,02$)*	0,65 ($\pm 0,02$)*
Quinoa 1303	0,01 ($\pm 0,01$)	-0,17 ($\pm 0,01$)*	-0,15 ($\pm 0,001$)*
Azevém	-0,20 ($\pm 0,01$)*	-0,31 ($\pm 0,01$)*	-0,32 ($\pm 0,01$)*
Total	0,81 ($\pm 0,01$)*	0,52 ($\pm 0,01$)*	0,53 ($\pm 0,01$)*

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

Tabela 5. Diferenças entre plantas associadas ou não dos genótipos de quinoa 1331, 1324 e 1303 de azevém, para altura de planta, área foliar, diâmetro, índice de clorofila, número de folhas ou de perfilhos e massa seca da parte aérea. UFFS, Campus Erechim-RS.

Proporções de plantas (Quinoa: competidor)	Altura (cm)	Diâmetro (mm)	N. folhas ou perfilhos	Índice clorofila (SPAD)	Área foliar (cm ² vaso ⁻¹)	Massa seca (g vaso ⁻¹)
Genótipo 1331						
100:0 (T)	30,11	4,52	54,19	49,74	371,64	18,18
75:25	29,70	5,46*	65,25*	56,11*	486,73	15,33*
50:50	31,04	4,63	56,44	54,51*	495,49	10,57*
25:75	26,95	5,02*	43,44*	57,27*	307,85	5,35*
CV (%)	5,87	5,09	4,98	3,58	16,34	5,95
Competidor						
0:100 (T)	44,95	2,13	14,88	43,63	2125,67	17,99
25:75	44,73	1,89	13,19	41,30	1371,26*	9,68*
50:50	46,85*	1,86	10,56*	43,14	1031,97*	7,91*
75:25	43,58	1,89	13,13	45,28	535,78*	3,81*
CV (%)	2,64	10,76	11,82	3,67	12,82	9,02
Genótipo 1324						
100:0 (T)	27,05	4,66	50,50	57,15	433,53	14,34
75:25	32,50*	4,96	42,25*	59,08*	391,13	15,44
50:50	30,72*	5,22*	52,19	56,10	444,70	10,89*
25:75	29,73	4,96	44,63*	54,92*	431,57	6,24*
CV (%)	4,15	3,65	6,30	1,53	9,90	7,08
Competidor						
0:100 (T)	47,77	1,89	17,38	43,89	1361,84	17,27
25:75	48,21	1,76	17,00	44,99	1870,01*	12,47*
50:50	44,44	1,98	15,06*	43,62	809,19*	7,16*
75:25	39,19*	1,65	9,25*	40,73	398,93*	2,27*
CV (%)	5,36	7,60	7,96	4,05	3,67	3,71
Genótipo 1303						
100:0 (T)	29,78	4,66	52,25	56,27	283,56	15,30
75:25	28,49	4,57	54,13	54,75	342,82*	15,47
50:50	30,66	5,34*	54,25	53,53	343,93*	10,60*
25:75	30,53	5,15*	49,56	50,49*	452,08*	6,32*
CV (%)	3,39	4,31	10,18	5,12	7,00	3,72
Competidor						
0:100 (T)	43,53	1,79	14,34	43,68	2190,73	19,12
25:75	46,49	1,88	15,00	42,23	1785,58*	10,89*
50:50	44,41	2,03	12,18	35,74*	1145,49*	7,34*
75:25	44,85	1,95	13,25	43,10	626,78*	3,94*
CV (%)	3,30	6,66	9,92	4,31	8,07	8,45

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

Tabela 6. Índices de competitividade entre genótipos de quinoa (1331, 1324 e 1303) e competidor (azevém), expressos por competitividade relativa (CR), coeficientes de agrupamentos relativos (K) e de agressividade (AG), obtidos em experimentos conduzidos em séries substitutivas, UFFS, Erechim-RS.

Variáveis	CR	K _x (quinoa)	K _y (azevém)	AG
Altura				
Quinoa 1331 x azevém	0,99 (±0,02)	1,07 (±0,05)*	1,09 (±0,02)	-0,01 (±0,01)
Quinoa 1324 x azevém	1,22 (±0,02)*	1,32 (±0,05)*	0,87 (±0,03)*	0,10 (±0,01)*
Quinoa 1303 x azevém	0,99 (±0,02)	1,06 (±0,04)	1,08 (±0,01)	-0,001 (±0,01)
Diâmetro de caule				
Quinoa 1331 x azevém	1,19 (±0,10)	1,05 (±0,02)*	0,79 (±0,1)	0,07 (±0,03)
Quinoa 1324 x azevém	1,07 (±0,02)*	1,28 (±0,09)	1,11 (±0,01)	0,04 (±0,01)*
Quinoa 1303 x azevém	1,01 (±0,03)	1,35 (±0,06)	1,32 (±0,05)	0,01 (±0,02)
Número de folhas/perfilhos				
Quinoa 1331 x azevém	1,54 (±0,22)	1,10 (±0,09)*	0,57 (±0,1)*	0,17 (±0,06)
Quinoa 1324 x azevém	1,19 (±0,04)*	1,08 (±0,1)*	0,77 (±0,06)*	0,08 (±0,02)*
Quinoa 1303 x azevém	1,23 (±0,06)*	1,08 (±0,04)*	0,74 (±0,04)*	0,10 (±0,02)*
Índice de clorofila				
Quinoa 1331 x azevém	1,11 (±0,01)*	1,21 (±0,04)*	0,98 (±0,03)*	0,05 (±0,01)*
Quinoa 1324 x azevém	0,99 (±0,01)	0,96 (±0,001)*	0,99 (±0,01)	-0,01 (±0,001)
Quinoa 1303 x azevém	1,16 (±0,03)*	0,91 (±0,02)*	0,69 (±0,03)*	0,07 (±0,01)*
Área foliar				
Quinoa 1331 x azevém	2,85 (±0,38)*	2,12 (±0,34)*	0,33 (±0,05)*	0,42 (±0,04)*
Quinoa 1324 x azevém	1,73 (±0,06)*	1,06 (±0,08)*	0,42 (±0,002)*	0,22 (±0,02)*
Quinoa 1303 x azevém	2,33 (±0,10)*	1,58 (±0,19)*	0,36 (±0,03)*	0,34 (±0,02)*
Massa seca da parte aérea				
Quinoa 1331 x azevém	1,34 (±0,12)	0,41 (±0,03)*	0,28 (±0,02)*	0,07 (±0,02)
Quinoa 1324 x azevém	1,83 (±0,06)*	0,62 (±0,04)*	0,26 (±0,004)*	0,17 (±0,01)*
Quinoa 1303 x azevém	1,72 (±0,09)*	0,49 (±0,03)*	0,24 (±0,03)*	0,14 (±0,01)*

* Diferença significativa pelo teste “t” ($p \leq 0,05$). Valores entre parênteses representam o erro padrão da média. K_x e K_y são os coeficientes de agrupamentos relativos dos genótipos de quinoa e do competidor azevém, respectivamente.

Tabela 7. Respostas de genótipos de quinoa (Q) à interferência de nabo (*Raphanus raphanistrum*) e/ou azevém (*Lolium multiflorum*), expressas pelos teores dos nutrientes nitrogênio - N (dag kg⁻¹ - %) e fósforo - P (dag kg⁻¹ - %) das plantas conduzidas em experimentos de séries substitutivas. UFFS, Campus Erechim/RS.

Proporções de plantas de Quinoa: competidor	Nutrientes dos genótipos de quinoa em competição com plantas daninhas					
	Q 1303 x nabo		Q 1324 x nabo		Q 1331 x nabo	
	N	P	N	P	N	P
100:0 (T)	14,12	0,56	15,92	0,61	10,61	0,52
75:25	14,97*	0,54	15,44	0,51*	14,91*	0,55
50:50	12,81*	0,52	16,43	0,50*	16,72*	0,52
25:75	15,21*	0,60	15,56	0,60	12,26*	0,47
CV (%)	2,81	5,15	6,47	4,56	3,81	5,84
Proporções de plantas de Quinoa: competidor	Q 1303 x azevém		Q 1324 x azevém		Q 1331 x azevém	
	N	P	N	P	N	P
	N	P	N	P	N	P
100:0 (T)	9,30	1,16	8,78	1,15	9,70	1,23
75:25	9,05	1,17	8,60	1,22*	9,85	1,24
50:50	8,90	1,12	8,31*	1,25*	9,23	1,13*
25:75	8,94	1,11	9,28*	1,19	8,34*	1,12*
CV (%)	4,11	2,38	2,57	2,98	6,65	3,35

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