



UNIVERSIDADE FEDERAL DA FRONTERA SUL

CAMPUS ERECHIM

CURSO DE AGRONOMIA

LEONARDO BRUNETTO

HABILIDADE COMPETITIVA DE GENÓTIPOS DE QUINOA COM PAPUÃ

ERECHIM

2019

LEONARDO BRUNETTO

HABILIDADE COMPETITIVA DE GENÓTIPOS DE QUINOA COM PAPUÃ

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Agronomia da Universidade Federal da Fronteira Sul, como requisito para obtenção do título Bacharel em Agronomia.

Orientador: Prof. D. Sc. Leandro Galon

ERECHIM

2019

Brunetto, Leonardo Habilidade competitiva de
genótipos de quinoa com papuã / Leonardo Brunetto.
-- 2019. 24 f.:il.

Orientador: D. Sc. Leandro Galon.

Co-orientador: Dr. Gismael Francisco Perin.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) -
Universidade Federal da Fronteira Sul, curso de
Agronomia, Erechim, RS, 2019.

1. Habilidade competitiva. I. Galon, Leandro, orient.
II. Perin, Gismael Francisco, co-orient. III.
Universidade Federal da Fronteira Sul. IV. Título.

LEONARDO BRUNETTO

HABILIDADE COMPETITIVA DE GENÓTIPOS DE QUINOA COM PAPUÃ

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Agronomia da Universidade Federal da Fronteira Sul, como requisito para obtenção do título Bacharel em Agronomia.

Orientador: Prof. D. Sc. Leandro Galon

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi defendido e aprovado pela banca em: ___/___/___

BANCA EXAMINADORA

Prof. D. Sc. Leandro Galon – UFFS

Prof.^a Dra. Paola Mendes Milanesi - UFFS

Prof. Dr. Gismael Francisco Perin - UFFS

RESUMO

O estudo da habilidade competitiva entre culturas e plantas daninhas, torna-se relevante para adoção de métodos de controle mais sustentáveis, com menor impacto ambiental, menor custo ao produtor e maior proteção ambiental. Objetivou-se com esse trabalho avaliar a habilidade competitiva de genótipos de quinoa em convivência com papuã, em diferentes proporções de plantas em associação. O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado, com quatro repetições. Os competidores testados incluíram o papuã e os genótipos de quinoa (Q 13 03, Q13 24 e Q 13 31), nas proporções de 100:0, 75:25, 50:50, 25:75 e 0:100% ou 20:0, 15:5, 10:10, 5:15 e 0:20 plantas vaso⁻¹ (cultura: planta daninha). Aos 50 dias após a emergência das espécies efetuou-se a aferição do perfilhamento do papuã, ou número de folhas da quinoa, altura de plantas, índice de clorofila, diâmetro de colmo/caule, área foliar e massa seca da parte aérea das espécies. Os resultados demonstram que o papuã foi mais agressivo que os genótipos de quinoa, principalmente relacionado as variáveis altura de plantas, índice de clorofila e área foliar para os genótipos Q 13 03 e Q 13 24. Os genótipos de quinoa apresentaram habilidade competitiva semelhantes, com destaque para o Q 13 31 que apresentando maior tolerância na convivência com o papuã. A competição mais prejudicial para a quinoa foi a interespecífica, indicando a necessidade de controle do papuã mesmo em baixa infestação.

Palavras-chave: *Chenopodium quinoa* Willd. *Urochloa plantaginea* L. Interação competitiva.

ABSTRACT

The study of the competitive ability between crops and weeds becomes relevant for the adoption of more sustainable control methods, with less environmental impact, lower costs to the producer and greater environmental protection. The objective of this work was to evaluate the competitive ability of quinoa genotypes in relation to papuã, in different proportions of plants in the association. The experiment was conducted in a completely randomized design with four replicates. Competitors tested included papuã and quinoa genotypes (Q 13 03, Q 13 24 and Q 13 31) in the proportions of 100: 0, 75:25, 50:50, 25:75 and 0: 100% or 20: 0, 15: 5, 10:10, 5:15 and 0:20 plante pot⁻¹ - culture (plants: weed). At 50 days after the emergence of the species, the papuã tillering, or number of quinoa leaves, plant height, chlorophyll index, stalk / stem diameter, leaf area and dry mass species. The results showed that the papuã was more aggressive than the quinoa genotypes, mainly related to the variables plant height, chlorophyll index and leaf area for genotypes Q 13 03 and Q 13 24. Quinoa genotypes showed similar competitive ability, highlight the Q 13 31 that presented greater tolerance in the coexistence with the papuã. The most damaging competition for quinoa was interspecific, indicating the need for papua control even in low infestation.

Keyword: *Chenopodium quinoa* Willd. *Urochloa plantaginea* L. Competitive interaction.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	7
2 MATERIAL E MÉTODOS	8
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	10
4 CONCLUSÃO.....	20
REFERÊNCIAS	20

1 INTRODUÇÃO

A quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd), originária da família Chenopodiaceae, subfamília Chenopodioideae, tem origem dos Andes, onde é conhecida por *quinua*, cultivada a milhares de anos (MUJICA et al., 2001). É uma planta anual, com ciclo de 80 a 150 dias, que segundo Gewehr et al. (2012), seus grãos têm altos valores nutricionais, como proteína, ferro, fósforo, dentre outros fundamentais para uma vida mais saudável. É também chamada de um pseudo cereal, por possuir carboidratos, lipídeos, proteínas e fibras semelhantes aos valores encontrados em trigo (AMAYA-FARFAN et al., 2005). A quinoa apresenta vantagens sobre outros cereais por possuir vitaminas como riboflavina, niacina, tiamina, B6, minerais como magnésio, zinco, cobre, ferro, manganês e potássio em nível elevado quando comparado aos mesmos (BORGES et al., 2003).

O alto índice de plantas daninhas na região sul do Brasil pode ser considerado como um entrave para a difusão da cultura da quinoa. O papuã (*Urochloa plantaginea*), é um provável competidor com a quinoa na região, por ser uma espécie adaptada aos atuais sistemas de cultivo que vem sendo adotados nos últimos anos com outras culturas, ou seja, devido principalmente ao monocultivo de milho e de soja (KISMANN & GROTH, 1997; GALON et al., 2008; GALON et al., 2016).

As plantas daninhas causam competição por nutrientes, espaço, luz, água ou mesmo por serem hospedeiras de insetos e doenças que possam vir atacar as culturas (DIAS, 2004; COSTA & RIZZARDI, 2015; GALON et al., 2016; FORTE et al., 2017). Outro fator que contribui para o destaque do papuã ao conviver com a quinoa, em nível de lavoura, é a baixa capacidade de competição que a cultura apresenta até seu estabelecimento, principalmente nos primeiros 50 dias (SPEHAR, 1998), pois a quinoa apresenta crescimento e desenvolvimento lentos, necessitando assim estar livre da infestação de plantas daninhas.

Para determinar interações relativas quando as plantas estão convivendo em comunidades, torna-se necessário o uso de metodologias especiais, ou seja, experimentos instalados em métodos substitutivos. Esses experimentos estabelecem a relação de causa e efeito da competição em proporções de plantas na associação (ROUSH et al., 1989). Desse modo, terá respostas em relação aos de qual efeito é predominante, o interespecífico ou o intraespecífico, na associação de planta daninha e a quinoa.

A importância de conhecer o tipo de efeito entre a cultura e a planta daninha torna-se importante para um maior sucesso no cultivo, sendo que na atualidade os maiores problemas encontrados com essa cultura é a forma de manejar adequadamente as plantas daninhas.

A hipótese do trabalho é de que ocorre diferenciação na habilidade competitiva entre os genótipos de quinoa (Q 13 03, Q 13 24 e Q 13 31) ao conviverem com o papuã.

Objetivou -se com esse trabalho avaliar a habilidade competitiva de genótipos de quinoa em convivência com papuã, em diferentes proporções de plantas em associação.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em casa de vegetação da Universidade Federal da Fronteira Sul (UFFS), *Campus* Erechim (RS) no ano agrícola de 2018. As unidades experimentais foram constituídas por vasos plásticos com capacidade para 8 dm³, preenchidos com solo. 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 = 600 g dm⁻³.

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado (DIC), com quatro repetições. Os genótipos de quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd) testados foram Q 13 03, Q 13 31 e Q 13 24, competindo com a planta daninha papuã (*Uroclhoa plantaginea*).

Experimentos preliminares, em série aditiva (monocultivos) foram realizados para as espécies envolvidas visando identificar a população de plantas de cada espécie em que o acúmulo de massa seca se tornou constante (RADOSEVCH et al., 1997).

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 de papuã foi colhida 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 populações de 20 plantas vaso⁻¹, para todos os genótipos de quinoa e também para o biótipo de papuã.

Para testar a habilidade competitiva dos genótipos de quinoa (Q 1303, Q 1331 e Q 1324) com a planta competidora (papuã) foram conduzidos ensaios em série de substituição

alternando-se a proporção de plantas na associação do biótipo da planta daninha com as cultivares, sendo que as proporções relativas de plantas vaso⁻¹ foram de: 20:0; 15:5; 10:10; 5:15; 0:20, mantendo-se constante a população 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.

Aos 50 dias após a emergência das espécies efetuou-se a aferição do perfilhamento do papuã ou número de folhas da quinoa, da altura, índice de clorofila, diâmetro de colmo do papuã ou caule da quinoa, área foliar e massa seca da parte aérea. O número de perfilhos ou de folhas foi determinado pela contagem e a altura de plantas aferida a partir do nível do solo até o ápice da última folha completamente desenvolvida. A quantificação da área foliar foi realizada com auxílio de integrador eletrônico da marca Licor 3100, 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 e postas para secagem em estufa com circulação forçada de ar, a temperatura de 60±5°C, até o material atingir massa constante para aferir-se a massa seca das espécies.

Os dados foram analisados através do método da análise gráfica da variação ou produtividade relativa (ROUSH et al., 1989; COUSENS, 1991; BIANCHI et al., 2006). O referido procedimento, também conhecido como método convencional para experimentos substitutivos, consiste na construção de um diagrama tendo por base as produtividades ou variações relativas (PR) e 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 (COUSENS, 1991).

Foram calculados ainda os índices de competitividade relativa (CR), coeficiente de agrupamento relativo (K) e agressividade (A). A CR representa o crescimento comparativo dos genótipos de quinoa (X) em relação ao competidor papuã (Y); K indica a dominância relativa de uma espécie sobre a outra e A aponta qual das espécies é mais agressiva. Assim, os índices CR, K e A indicam qual a espécie se manifesta mais competitiva e, sua interpretação conjunta determina com maior segurança a competitividade das espécies (COUSENS, 1991). Os genótipos de quinoa X são mais competitivos que o papuã Y quando $CR > 1$, $K_x > K_y$ e $A > 0$;

por outro lado, o papuã Y é mais competitivo que os genótipos de quinoa X quando $CR < 1$, $K_x < K_y$ e $A < 0$ (HOFFMAN & BUHLER, 2002). Para calcular esses índices foram usadas as proporções 50:50 das espécies envolvidas no experimento (quinoa e/ou papuã), utilizando-se as equações: $CR = PR_x/PR_y$; $K_x = PR_x/(1-PR_x)$; $K_y = PR_y/(1-PR_y)$; $A = PR_x - PR_y$, de acordo com Cousens 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; FLECK et al., 2008). Considerou-se como hipótese nula, para testar as diferenças de DPR e A, 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 será o não sombreamento do desvio padrão dos valores observados, representado pelas curvas e as áreas destas sombreadas. Do mesmo modo, para os índices CR, K e A, foi considerado a existência de diferenças em competitividade quando, no mínimo em dois deles, houver diferença significativa pelo teste t.

Os resultados obtidos para perfilhos e/ou número de folhas, altura de planta, área foliar e massa seca, 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 que ocorreu interações significativas entre as proporções de plantas de quinoa ou de papuã para todas as variáveis testadas. Os resultados gráficos indicam para os três genótipos de quinoa (Q 13 03, Q 13 24 e Q 13 31) que apresentaram semelhanças quanto à competição com o biótipo de papuã e que ocorreram diferenças significativas para as variáveis altura de plantas, diâmetro de colmos, número de folhas ou perfilhos, área foliar e massa seca nas proporções de plantas avaliadas (Figuras 1, 2 e 3). Observou-se diferenças significativas em pelo menos duas proporções em relação à PRT para as variáveis avaliadas ao competirem com o papuã, de modo geral com linhas côncavas e valores médios inferiores a 1 (Figuras 1, 2 e 3). Esses resultados da PRT de linhas côncavas e

valores inferiores a 1, permitem inferir que ocorreu competição entre a quinoa e o papuã pelos mesmos recursos presentes no meio. De acordo com Harper (1977) quando a $PRT < 1$ há um antagonismo mútuo entre as espécies que estão competindo pelos recursos do ambiente. Resultados semelhantes ao do presente estudo foram constatados por Galon et al., (2014) ao avaliarem a habilidade competitiva de cultivares de arroz irrigado (BRS Sinuelo CL e BRS Querência) ao competirem com o papuã.

Os resultados demonstram que ocorrem oscilações nas variáveis altura de plantas e diâmetro de caule (quinoa) ou colmo (papuã), nas diferentes simulações efetuadas quando as espécies estão em competição (Figura 1). Em relação ao genótipo de quinoa Q 13 03, a competição foi prejudicial, sendo representado no gráfico por linhas da PR côncavas para a cultura e convexas para o papuã, resultando em PRT reta (Figura 1A, Tabela 2). A planta daninha demonstrou-se mais competitiva e agressiva em relação ao genótipo de quinoa Q 13 03 (Tabela 2), pois o $CR < 1$, $Kx < Ky$ e $A < 0$ indicando que a planta daninha é mais competitiva que a cultura (HOFFMAN & BUHLER, 2002).

Observando-se a Figura 1 A, ainda para o genótipo Q 13 03, percebe-se que conforme diminuiu a altura de plantas, aumentaram os diâmetros de caule da quinoa, principalmente na proporção de plantas cultura:daninha 25:75 e 50:50, o mesmo foi observado na Tabela 1, relacionando os valores obtidos para altura de planta e diâmetro de colmo. Nas proporções de plantas 50:50 e 25:75 cultura:daninha, são significantes os valores dados para altura de planta da cultura, os quais foram mais prejudicados na competição, já para diâmetro, não ocorreu efeito significativo (Tabela 1).

Para a planta daninha, mesmo em menor densidade quando em comunidade, ocorreu valor significativo para altura de planta (Tabela 1), demonstrando a capacidade de competição do papuã. Quando em estímulo a busca por luz, as plantas apresentam maior elogamento dos entre nós, aumentando a estatura de planta sobressaindo-se em relação a cultura. Galon et al., (2011), encontraram similaridade ao avaliarem cereais de inverno. Estes apresentaram maior estatura de plantas e teoricamente, quando em competição pelo fator luz no ambiente. Lemaire (2001) relata que a espécie com maior habilidade competitiva é aquela que se desenvolve mais rapidamente, ao interceptar luz, com expansão de área foliar e estatura, por meio do alongamento da bainha, pecíolo e entrenós do colmo. Cabe destacar que a luz é o principal recurso limitante na população e desenvolve papel importante na resposta de estabelecimento de uma planta com maior potencial competitivo (PAGE et al., 2010). Dessa maneira, a planta investe seus fotoassimilados para obter maior altura, podendo sair prejudicada quanto ao diâmetro de colmo por exemplo.

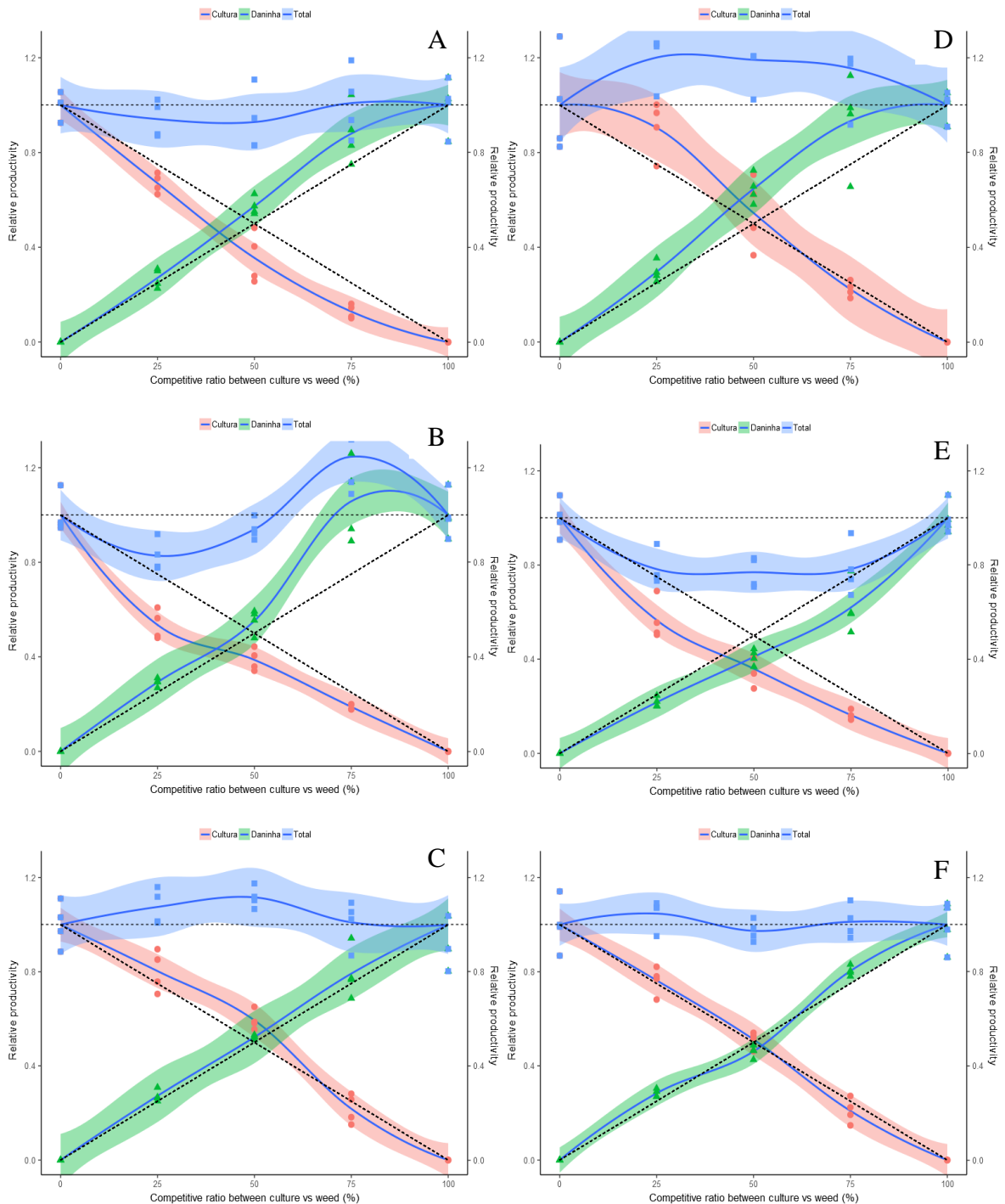


Figura 1. Produtividade relativa (PR) para altura de planta (A, B e C) e diâmetro de colmo (D, E e F) das plantas de quinoa (●), papuã (▲) e produtividade relativa total (PRT) da comunidade (■), em função da proporção de plantas associadas (quinoa: papuã), sendo as imagens A e D para os genótipos Q 13 03, imagens B e E para genótipos 13 24 e imagens C e F para genótipos Q 13 31. UFFS, Erechim/RS, 2018.

Para a competição envolvendo o genótipo Q 13 24 o papuã foi mais competitivo na altura de plantas (Figura 1 B). Na simulação das linhas das PRs, o genótipo demonstrou linha côncava em todas as proporções de plantas, enquanto o papuã apresentou linha convexa em relação a esperada em proporções maiores de plantas na associação. Quando a quinoa apareceu em populações menores e o papuã maior, a PRT foi maior que 1, demonstrando assim que a

planta daninha é mais competitiva do que as culturas em altas densidades, conforme já relatado anteriormente. Para o diâmetro de caule e/ou colmo, as linhas foram todas côncavas na simulação (Figura 1E), dessa maneira ocorrem perdas para ambas as espécies.

Wandscheer et al. (2013), ao avaliarem a habilidade competitiva de milho em convivência com capim-pé-de-galinha, verificaram que o competidor foi o que mostrou melhores resultados competitivos para altura de planta, corroborando com resultados obtidos para a competição dos genótipos Q 13 03 e Q 13 24 ao competir com o papuã.

A presença de PRT com linha reta para altura e diâmetro, indicou que houve competição pelos mesmos recursos do meio (Figura 1 C e F). As linhas da PR na altura de planta, esboçam linha convexa para a cultura. Os índices de competitividade, não demonstraram significância ao se avaliar a competitividade entre o genótipo de quinoa Q 13 31 com o papuã, não podendo ser afirmado maior competitividade da cultura em relação a planta daninha.

Resultados encontrados relacionados à altura de plantas e diâmetro, podem ser explicados pelo fato que, um dos fatores de competição importantes é a luz, as plantas possuem probabilidades altas em alocar seus recursos em direção a um crescimento mais acelerado em extensão, para evitar ser sombreada por plantas concorrentes, assim aumentando as chances de adquirir radiação; a desvantagem desse processo, pode ser a redução de diâmetro de caule e/ou colmo, número de folhas e/ou perfilhos (TAIZ & ZEIGER, 2017).

Para a variável morfológica número de folhas/perfilhos, as análises gráficas mostram que os genótipos de quinoa tiveram prejuízo em seu desenvolvimento em todas as simulações, com linhas convexas, o papuã, de modo geral, apresentou vantagens na competição com linhas côncavas (Figura 2). No entanto ao se avaliar a PRT do número folhas/perfilhos observou-se que pouco teve de somatório entre cultura e planta daninha para que o valor fosse maior que um, sendo de modo geral menor que um o valor observado em praticamente todas as simulações. E quando a PRT fica menor do que 1, ocorre competição pelos mesmos recursos, causando prejuízo mútuo às espécies.

As variáveis morfológicas de área foliar e massa seca dos genótipos de quinoa, foram reduzidas quando competiram com o papuã, em todas as associações analisadas, independentemente da população de plantas na comunidade (Figura 3, Tabela 1 e 2). Quanto maiores as populações de competidores na convivência com os genótipos, mais afetadas foram os mesmos e inclusive a planta daninha (Figura 3, Tabela 1 e 2). Esse fato pode ser explicado pela competição em comum das duas espécies pelos mesmos recursos do meio, prejudicando a área foliar das plantas e, conseqüentemente a quantidade de massa seca produzida, salientando que, com menor área foliar, a espécie é prejudicada na captação de luminosidade solar por

exemplo, fator essencial para a realização de fotossíntese. Estes resultados corroboram com os encontrados por Rubin et al. (2014) ao observarem que a PRT foi menor que 1, ou seja, que houve antagonismo mútuo entre as espécies que estão competindo pelos recursos do ambiente.

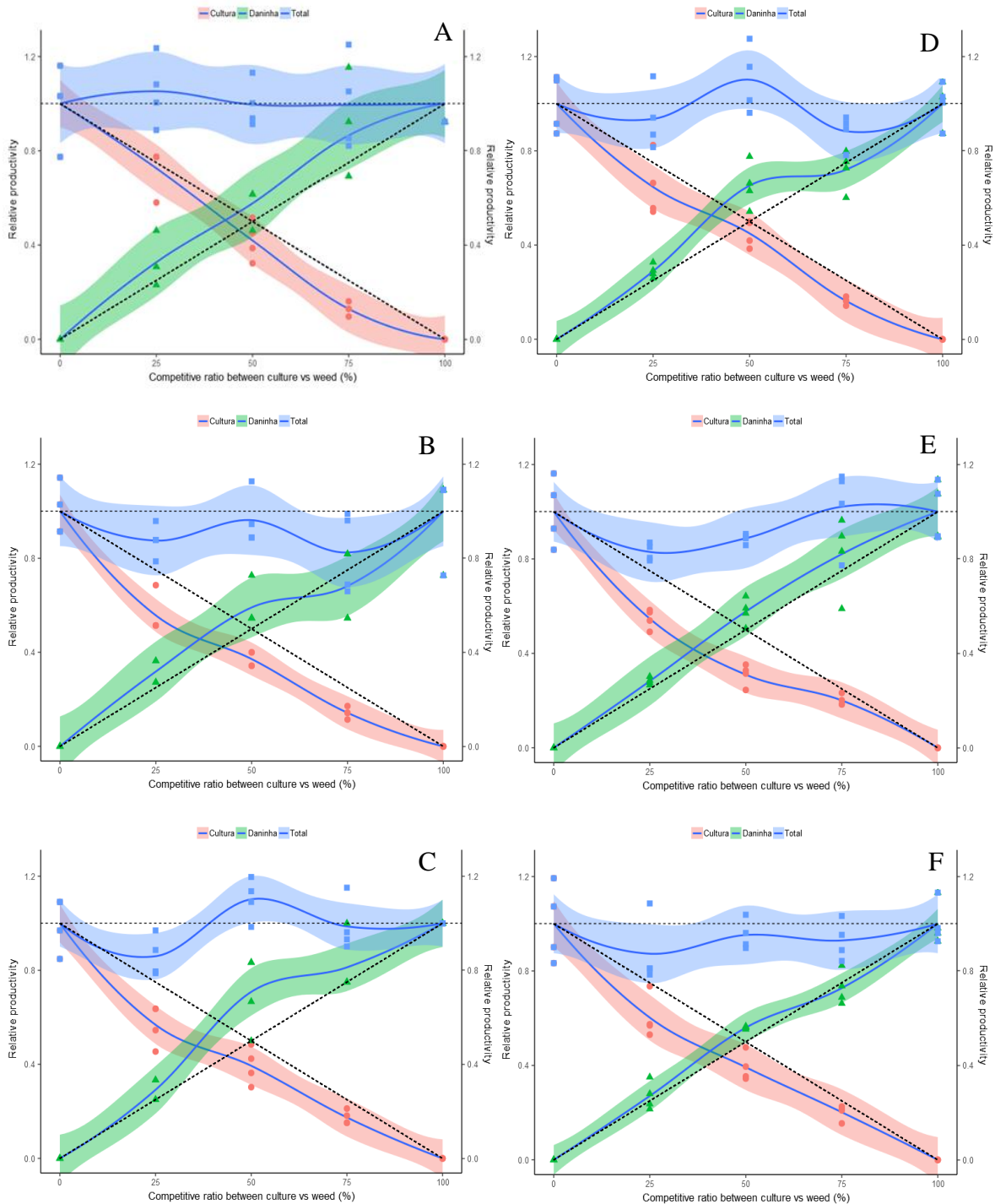


Figura 2. Produtividade relativa (PR) para número de folhas da quinoa e perfilhos do papuã (A, B e C) e clorofila (D, E e F) das plantas de quinoa (●), papuã (▲) e produtividade relativa total (PRT) da comunidade (■), em função da proporção de plantas associadas (quinoa: papuã), sendo as imagens A e D para os genótipos Q 13 03, imagens B e E para genótipos 13 24 e imagens C e F para genótipos Q 13 31. UFFS, Erechim/RS, 2018.

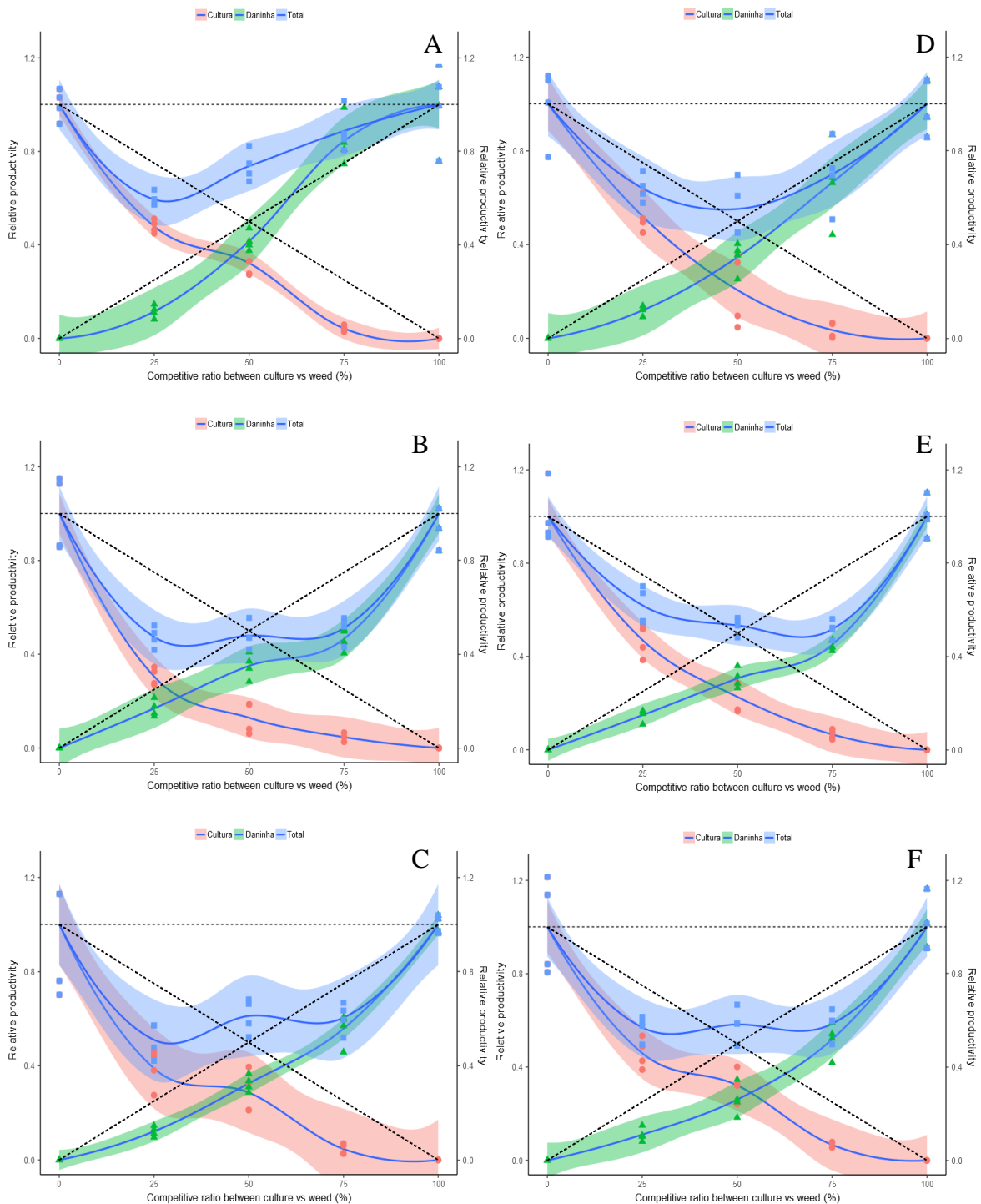


Figura 3. Produtividade relativa (PR) para área foliar (A, B e C) e massa seca da parte aérea (D, E e F) das plantas de quinoa (●), papua (▲) e produtividade relativa total (PRT) da comunidade (■), em função da proporção de plantas associadas (quinoa: papua), sendo as imagens A e D para os genótipos Q 13 03, imagens B e E para genótipos 13 24 e imagens C e F para genótipos Q 13 31 . UFFS, Erechim/RS, 2018.

O genótipo de quinoa X (Q 13 03, Q 13 24 e Q 13 31) é mais competitivo que o papua Y, quando comparados pelos coeficientes desenvolvidos por Hoffman e Buhler (2000), $CR > 1$, $K_x > K_y$ e $A > 0$. Assim, adotou-se como critério para comprovar superioridade competitiva, a ocorrência de diferença significativa em pelo menos dois índices (BIANCHI et al., 2006). Em

geral, o papuã apresentou maior crescimento, para as variáveis quando em competição com as cultivares de quinoa, conforme indicado pelos índices CR (menor que 1), K (maior que o da cultura) e A (negativo) e em havendo significância dos índices.

Observou-se que somente em uma situação a cultura foi mais competitiva que a planta daninha, foi para Q 13 31 ao competir com o papuã para a variável altura de planta, pois quando as plantas estão em condições de sombreamento por exemplo, a reação natural é favorecer o alongamento de caule/colmo em vez do acúmulo de massa (WELLER et al., 1997). Nas demais situações, o papuã foi mais competitivo, ou não houve significância entre as comparações (Tabela 2). Utilizando os três índices para definir competitividade, foi observado 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) e o arroz-vermelho apresentou maior agressividade que o arroz irrigado (FLECK et al., 2008).

As variáveis morfofisiológicas: altura de plantas, diâmetro de caule/colmos, número de folhas/perfilhos, índice de clorofila, área foliar e massa seca da parte aérea indicaram que os genótipos Q 13 03, Q 13 24 e Q 13 31, quando houve significância dos dados, foram reduzidas ao competirem com o papuã em todas as associações analisadas, independentemente da proporção de plantas na associação (Tabela 1). Quanto mais elevada a proporção do competidor na associação com os cultivares, maiores foram os danos às variáveis da cultura, ao haver significância. No papuã verificou-se a mesma tendência de redução das variáveis morfofisiológicas ao observado para a cultura. Pesquisas tem relatado que pode ocorrer prejuízo ao crescimento das culturas e das plantas daninhas quando essas estiverem em competição numa determinada comunidade (FLECK et al., 2008; RIGOLI et al., 2008; GALON & AGOSTINETTO, 2009; GALON et al., 2011; AGOSTINETTO et al., 2009).

Os resultados demonstram, de modo geral, para todas variáveis que as maiores médias por planta da cultura ou mesmo do papuã foram obtidas quando estas se apresentavam em populações menores na associação em todas as combinações (Tabela 1). Desse modo constata-se que a competição interespecífica é menos prejudicial para ambas as espécies envolvidas do que a competição intraespecífica. Isso já foi observado em arroz e soja x milhã (AGOSTINETTO et al., 2013), trigo x nabo (COSTA & RIZZARDI, 2015), arroz em competição com capim-arroz (GALON & AGOSTINETTO, 2009) e trigo na presença de azevém (RIGOLI et al., 2008) também observaram os mesmos efeitos denotados neste estudo.

Tabela 1. Respostas morfofisiológicas de genótipos de quinoa (*Chenopodium quinoa* wild) submetidos a interferência do competidor papuã (*Urochloa plantaginea*), em experimento conduzido em série substitutiva, avaliado aos 50 dias após a emergência das plantas. UFFS, Erechim/RS, 2018.

Proporção de plantas (quinoa: papuã)	Variáveis morfofisiológicas					
	Altura de planta (cm)	Diâmetro de caule/colmo (mm)	Número de folhas/perfilhos	Índice Clorofila (SPAD)	Área foliar (cm ² m ⁻²)	Massa seca (g)
Genótipo Q 1303						
100:0 (T)	66,35	2,84	7,75	7,28	1051,85	21,04
75:25	59,30	3,42	7,50	6,28	671,82*	14,59
50:50	47,15*	3,09	6,50	6,54	677,09*	8,65*
25:75	34,17*	2,53	4,00*	4,75*	177,84*	2,97*
C.V (%)	18,30	22,40	19,30	16,40	14,10	38,50
Papuã						
0:100 (T)	52,60	3,20	3,25	5,02	2806,25	59,35
25:75	61,70	3,98	3,75	4,81	3161,80	52,65
50:50	60,30	4,14*	3,75	6,54*	2331,56	41,11*
75:25	59,95	3,80	4,25	5,80	1293,63*	28,45*
C.V (%)	13,60	16,20	25,80	13,50	17,00	22,20
Genótipo Q 13 24						
100:0 (T)	63,60	4,24	8,75	8,48	1425,23	16,55
75:25	45,39*	3,20*	6,50*	6,19*	578,93*	10,36*
50:50	49,27*	3,05*	6,50*	5,26*	367,42*	7,51*
25:75	48,00*	2,76*	5,00*	6,82*	263,97*	4,37*
C.V (%)	10,80	14,70	14,30	14,30	27,20	21,00
Papuã						
0:100 (T)	49,41	4,05	2,75	4,69	3747,53	53,15
25:75	69,70*	3,34*	2,50	5,12	2326,76*	31,98*
50:50	54,55	3,32*	3,25	5,41	2627,30*	32,58*
75:25	57,80	3,52	3,50	5,29	2533,63*	31,73*
C.V (%)	13,30	12,30	20,10	14,40	18,00	12,90
Genótipo Q 13 31						
100:0 (T)	57,60	3,66	8,25	6,50	1244,68	23,06
75:25	61,65	3,73	6,25*	5,22	645,91*	14,13*
50:50	68,40	3,75	6,50	5,11	713,85*	14,85*
25:75	50,23	3,06	5,75*	5,25	232,18*	6,15*
C.V (%)	16,20	15,00	17,60	17,70	39,50	23,40
Papuã						
0:100 (T)	52,85	3,56	3,00	4,66	4324,35	61,47
25:75	55,80	3,82	3,25	4,53	3217,13*	42,51*
50:50	55,20	3,29	4,25*	5,22	2812,96*	32,04*
75:25	57,60	4,04*	3,50	5,05	2097,61*	27,10*
C.V (%)	14,20	7,50	19,60	14,60	11,50	19,70

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

A competição afeta quantitativa e qualitativamente a produção, pois modifica a eficiência de aproveitamento dos recursos do ambiente, como água, luz, CO₂ e nutrientes (BIANCHI et al., 2006), estabelecendo-se entre a cultura e as plantas de outras espécies existentes no local. Essa competição ocorre também entre indivíduos de uma mesma espécie ou entre biótipos predominantes na área, conforme constatado por Ferreira et al. (2008), os

quais verificaram que biótipos de azevém resistentes ao glyphosate possuem menor capacidade competitiva do que os suscetíveis.

Ressalta-se também que em uma comunidade de plantas há benefício na competição pelos recursos para aquelas que se estabelecem primeiro, pelas características intrínsecas de cada cultivar quanto à habilidade competitiva (estatura, velocidade de crescimento, número de afilhos, entre outras), pelo melhor aproveitamento ou necessidade dos recursos por uma determinada espécie dentro de um nicho ecológico.

Tabela 2. Índices de competitividade entre cultivares de quinoa (*Chenopodium quinoa wild*) com papuã (*Urochloa plantaginea*), competindo em proporções iguais de plantas (50:50), expressos por competitividade relativa (CR), coeficientes de agrupamentos relativos (K) e de agressividade (A), obtidos em experimentos conduzidos em séries substitutivas, aos 50 dias após a emergência das plantas. UFFS, Erechim/RS, 2018.

Variáveis	CR ²	Kx ³ (quinoa)	Ky (papuã)	A ⁴
Q 13 03	0,617± 0,083*	0,585±0,137*	1,357± 0,11	-0,218±0,046*
Q 13 24	0,71±0,073*	0,639±0,063*	1,253±0,119	-0,165±0,043*
Q 13 31	1,137±0,036*	1,481±0,133	1,094±0,019	0,072±0,019*
Diâmetro de caule e colmo (DC)				
Q 13 03	0,858±0,144	1,395±0,406	1,896±0,267	-0,101±0,096
Q 13 24	0,882±0,09	0,572±0,078	0,699±0,046	-0,051±0,04
Q 13 31	1,113±0,049	1,058±0,068	0,86±0,043	0,051±0,021
Número de folhas e perfilhos (NF)				
Q 13 03	0,743±0,102	0,749±0,127*	1,414±0,186	-0,158±0,064
Q 13 24	0,635±0,038*	0,594±0,042	1,567±0,367	-0,219±0,038
Q 13 31	0,602±0,136	0,671±0,109	3,25±1,031	-0,314±0,117
Clorofila (CL)				
Q 13 03	0,694±0,039*	0,831±0,093	2,076±0,488	-0,203±0,035*
Q 13 24	0,546±0,065*	0,454±0,047*	1,398±0,16	-0,267±0,05*
Q 13 31	0,7±0,052*	0,659±0,088*	1,273±0,014	-0,168±0,029*
Área foliar (AF)				
Q 13 03	0,783± 0,089	0,485± 0,073*	0,717± 0,062	-0,094± 0,042
Q 13 24	0,388±0,118*	0,153±0,044*	0,547±0,062	-0,222±0,054*
Q 13 31	0,903±0,179	0,42±0,093	0,485±0,038	-0,038±0,058
Massa seca (MS)				
Q 13 03	0,665±0,295	0,297±0,128	0,541±0,072	-0,141±0,103
Q 13 24	0,769±0,156	0,301±0,056	0,446±0,044	-0,08±0,052
Q 13 31	1,327±0,293	0,485±0,072	0,361±0,063	0,061±0,055

¹ Mensuração da variável avaliada ao nível de competição indicado e diferenças em relação a testemunha, com comparação pelo teste de Dunnett; ² significativo quando diferiu de 1, pelo teste T; ³ diferença entre Kx e Ky, nos mesmos níveis de competição, comparada pelo teste T com critério de Welch; ⁴ significativo quando diferiu de 0, pelo teste T. * diferença significativa ao nível de p<0.05.

Correlacionando as análises gráficas, denota-se que os genótipos de quinoa apresentaram perdas em número de folhas e também, no teor de clorofila obtida nestas folhas, o que limita a atividade fotossintética na cultura, não tendo a produção de fotoassimilados em

quantidade suficiente para suprir a demanda da planta (Figura 2). A clorofila é o principal pigmento das folhas envolvido na fotossíntese, é a similaridade entre o espectro de absorção e o espectro de ação da fotossíntese (TAIZ & ZEIGER, 2017). A competição é a principal hipótese para a ocorrência da redução no número de folhas, clorofila e, conseqüentemente produção de fotoassimilados, pois acarreta em menor fornecimento de recursos para as espécies, ocasionando deficiências que culminam em alterações nas características fisiológicas relacionadas com a fotossíntese, como a deficiência hídrica (FLOSS, 2008) e nutricional (MELO et al., 2006) e a baixa qualidade ou quantidade de luminosidade (SHARKEY & RASCHKE, 1981).

Interpretando conjuntamente as análises gráficas de variáveis relativas e suas significâncias em relação aos valores equivalentes (Figuras 1, 2, e 3), as variáveis morfofisiológicas (Tabela 1) e aos índices de competitividade (Tabela 2), constatou-se que há efeito de competição do papuã sobre os genótipos de quinoa, demonstrando que a espécie daninha estudada possui alta capacidade de competição em relação a cultura da quinoa.

Na maioria das variáveis avaliadas, o papuã obteve vantagem na competição, mesmo tendo redução nas variáveis morfológicas, o que determina que a cultura teve alguma tolerância na convivência com a infestante. Dessa maneira, as diferenças em termos de competitividade das espécies avaliadas podem ser devido ao fato destas explorarem os mesmos recursos, como água, luz e nutrientes do meio. Bianchi et. al (2006) relatam que a competição afeta de modo quantitativo e qualitativo a produção, modificando a eficiência de aproveitamento dos recursos do ambiente pela cultura.

Outros trabalhos também demonstram que a planta daninha apresenta vantagens em relação a cultura, como o nabo ao infestar a soja (BIANCHI et al., 2006), azevém x cevada (GALON et al., 2011), papuã e trapoeraba x soja (DIAS et al., 2013), picão-preto e leiteiro em soja (FORTE et al., 2017) o que corrobora com os resultados obtidos no presente estudo.

Cabe-se destacar que a quinoa é considerada uma planta frágil, da sua emergência até os primeiros 50 dias após a emergência (SPEHAR, 1998). Em uma comunidade de plantas há benefício na competição pelos recursos para aquelas que se estabelecem primeiro, desse modo menores quantidades de recursos ficarão disponíveis no meio o que acarreta aumento de dano ao competidor ou a cultura (AGOSTINETTO et al., 2013).

O conhecimento da dinâmica e da competitividade entre plantas, em especial a quinoa e o papuã torna-se fundamental, para a tomada de decisão de controlar a planta daninha em determinada população que não irá causar interferência negativa sobre a cultura, ainda mais considerando-se que o papuã pode produzir sementes em abundância, sendo que as mesmas

podem permanecer dormentes no solo por anos (VOLL et al., 2001). Skora Neto (2001) encontrou uma população de 2000 plantas emergidas por hectare de papuã, após ter realizado por 10 anos a prevenção da produção de sementes nessa lavoura, demonstrando a capacidade de germinação da daninha e que também, apresenta elevada capacidade competitiva por apresentar metabolismo do tipo C4.

4 CONCLUSÃO

Há competição pelos mesmos recursos do ambiente entre os genótipos de quinoa Q 13 03, Q 13 24 e Q 13 31 com o papuã, com prejuízo mútuo às espécies envolvidas na comunidade.

O papuã modifica negativamente a altura de plantas, diâmetro de caule/colmo, número de folhas/perfilhos, índice de clorofila, área foliar e massa seca dos genótipos de quinoa e demonstra habilidade competitiva superior pelos recursos disponíveis no meio.

A competição interespecífica causa maiores prejuízos à altura de plantas, diâmetro de caule/colmo, número de folhas/perfilhos, índice de clorofila, área foliar e massa seca das espécies do que a competição intraespecífica.

Recomenda-se o controle do papuã mesmo quando estiver presente em baixas densidades, devido aos prejuízos que causa ao crescimento da cultura da quinoa.

REFERÊNCIAS

AGOSTINETTO, D. et al. Habilidade competitiva relativa de milhã em convivência com arroz irrigado e soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.48, n.10, p.1315-1322, 2009.

AMAYA-FARFAN, J.; MARCÍLIO, R.; SPEHAR, C. R. Deveria o Brasil investir em novos grãos para a sua alimentação? A proposta do amaranto (*Amaranthus* sp.). **Segurança Alimentar e Nutricional**, v. 12, n. 1, p. 47-56, 2005.

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

BORGES, J.T.S. et al. Propriedades de cozimento e caracterização físico-química de macarrão pré-cozido à base de farinha integral de quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd) e de farinha de arroz (*Oryza sativa*) polido por extrusão termoplástica. **Boletim Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos**, v. 21, n. 2, p. 303-322, 2003.

CARVALHO, S.J.P.; CHRISTOFFOLETI, P.J.; Competition of *Amaranthus* species with dry bean plants. **Scientia Agricola**, v.65, n.3, p.239-245, 2008.

COSTA, L. O.; RIZZARDI, M. A. Habilidade competitiva de trigo em convivência com biótipos de *Raphanus raphanistrum* L. resistente e suscetível aos herbicidas inibidores de ALS. **Ciência e Agrotecnologia**, v.39, n.2, p. 121-130, 2015.

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

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

DIAS, A.C.R.; CARVALHO, S.J.P.; MARCOLINI, L.W.; MELO, M.S.C.; CHRISTOFFOLETI, P.J. Competitiveness of alexandergrass or bengal dayflower with soybean. **Planta Daninha**, v.28, n.3, p.515-522, 2013

DIAS, N. M. P. **Tolerância de espécies de capim-colchão (*Digitaria spp.*) a herbicidas na cultura da cana-de açúcar**. 2004. 118 f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, 2004.

FERREIRA, E.A. et al. Gphosate distribution and nutrient accumulation in ryegrass biotypes. **Planta Daninha**. v.26, n.1, p.165-173, 2008.

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.

FLOSS, E. L. **Fisiologia das plantas cultivadas**. 4. ed. Passo Fundo-RS: UPF, 2008. 749p.

FORTE, C.T. et al. Habilidade competitiva de cultivares de soja transgênica convivendo com plantas daninhas. **Agrária**, v.12, n.2, p.185-193, 2017.

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

GALON, L. et al. Interference and economic threshold level for control of beggartick on bean cultivars. **Planta Daninha**, v. 34, n. 3, p. 411-422, 2016.

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

GALON, L. et al. Interação competitiva de genótipos de arroz e papuã. **Planta Daninha**, v. 32, n. 3, p. 533-542, 2014.

GALON, L. Períodos de interferência de *Brachiaria plantaginea* na cultura do milho na região Sul do Rio Grande do Sul. **Planta Daninha**, v. 26, n. 4, p. 779-788, 2008.

GEWEHR, M.F. et al. Análises químicas em flocos de quinoa: caracterização para a utilização em produtos alimentícios. **Brazilian Journal of Food Technology**, v.15, n.4, p.280-287, 2012.

HARPER, J. L. **The population biology of plants**. London: Academic Press, 1977. 275 p.

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

KISSMANN, K. G.; GROTH, D. **Plantas infestantes e nocivas**. 2ª Edição. São Paulo: BASF, 1997. 825 p.

LEMAIRE G. Ecophysiological of Grasslands : Dynamics aspects of forage plant population in grazed swards. **Proceedings of the XIX International Grassland Congress**, São Paulo, 2001.

MELO, P. T. B. S.; SCHICH, L. O. B.; ASSIS, F. N. de.; CONCENÇO, G.. Comportamento de populações de arroz irrigado em função das proporções de plantas originadas de sementes de alta e baixa qualidade fisiológica. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v. 12, n. 1, p. 37-43, 2006.

MUJICA, A. et al. **Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.): ancestral cultivo andino, alimento del presente y del futuro**. Santiago: FAO, 2001.

PAGE, E. R. et al. Shade avoidance: An integral component of cropweed competition. **Weed Research**, v. 50, n. 4, p. 281-288, 2010.

RADOSEVICH, S. et al. **Ecology of weeds and invasive plants: relationship to agriculture and natural resource management**. New York: Wiley, 2007.

ROUSH, M.L. et al. A comparison of methods for measuring effects of density and proportion in plant competition experiments. **Weed Science**, v.37, n.2, p.268-275, 1989.

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. Habilidade competitiva relativa de arroz irrigado com arroz-vermelho suscetível ou resistente ao herbicida imazapyr + imazapic. **Arquivos do Instituto Biológico**, v.81, n.2, p. 173-179, 2014.

SPEHAR, C. R. Production systems in the savannas of Brazil: key factors to sustainability. In: RATTAN, L. **Soil Quality and Agricultural Sustainability**. 1998, p.301-318.

SKORA NETO, F. Efeito da prevenção de produção de sementes pelas plantas daninhas e da aplicação de herbicida em jato dirigido na densidade de infestação na cultura do milho em anos sucessivos. **Planta Daninha**. v. 19, n. 1 2001.

SHARKEY, T. D.; RASCHKE, K. Effect of light quality on stomatal opening in leaves of *Xanthium strumarium* L. **Plant Physiology**, v. 68, n. 5, p. 1170-1174, 1981.

TAIZ, L.; ZEIGER, E.; Fisiologia e desenvolvimento vegetal. 6.ed. Porto Alegre: **Artmed**, 2017. 888 p.

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

WELLER, J. L.; MURFET, I. C.; REID, J. B. Pea mutants with reduced sensitivity to far-red light define an important role for phytochrome a in day-length detection. **Plant Physiology**, v. 114, n. 4. p. 1225-1236, 1997.

VOLL E. et al. Dinâmica do banco de sementes de plantas daninhas sob diferentes manejos de solo. **Planta Daninha**. V.19, n. 2, 2001.