



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA FRONTEIRA SUL**  
**CAMPUS ERECHIM**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA**  
**AMBIENTAL**  
**CURSO DE MESTRADO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA AMBIENTAL**

**FERNANDO SCARATI FRANDOLOSO**

**HABILIDADE COMPETITIVA E NÍVEL DE DANO ECONÔMICO DE PAPUÃ**  
**(*Urochloa plantaginea*) EM MILHO**

**ERECHIM**

**2018**

**FERNANDO SCARATI FRANDOLOSO**

**HABILIDADE COMPETITIVA E NÍVEL DE DANO ECONÔMICO DE PAPUÃ  
(*Urochloa plantaginea*) EM MILHO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia Ambiental da Universidade Federal da Fronteira Sul – UFFS como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Ciência e Tecnologia Ambiental, sob a orientação do Prof. D. Sc. Leandro Galon.

ERECHIM

2018

## UNIVERSIDADE FEDERAL DA FRONTEIRA SUL

ERS 135, Km 72, nº 200

Cep: 99.700-970

Erechim - RS

Brasil

### PROGRAD/DBIB - Divisão de Bibliotecas

Frandoloso, Fernando Scarati

HABILIDADE COMPETITIVA E NÍVEL DE DANO ECONÔMICO DE  
PAPUÃ (Urochloa plantaginea) EM MILHO/ Fernando Scarati  
Frandoloso. -- 2018.

61 f.

Orientador: Leandro Galon.

Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal da  
Fronteira Sul, Programa de Pós-Graduação em Mestrado em  
Ciência e Tecnologia Ambiental - PPGCTA, Erechim, RS ,  
2018.

1. Milho . 2. Manejo Integrado de Plantas Daninhas.  
3. Habilidade Competitiva. 4. Nível de Dano Econômico.  
I. Galon, Leandro, orient. II. Universidade Federal da  
Fronteira Sul. III. Título.

Elaborada pelo sistema de Geração Automática de Ficha de Identificação da Obra pela UFFS  
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL  
UNIVERSIDADE FEDERAL DA FRONTEIRA SUL  
CAMPUS ERECHIM  
COORDENAÇÃO ACADÊMICA  
COORDENAÇÃO ADJUNTA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO  
SECRETARIA DE PÓS GRADUAÇÃO  
ERS 135 – Km 72, nº 200, Caixa Postal 764, Erechim-RS, CEP 99700-970, 54 3321 7099  
sec.posgrad.er@uffs.edu.br, www.uffs.edu.br

### Ata de Defesa de Dissertação 004/PPGCTA-2018

Aos vinte e sete dias do mês de fevereiro de dois mil e dezoito, às treze horas e trinta minutos, na sala 302 do Bloco A, do Campus Erechim, da Universidade Federal da Fronteira Sul, reuniu-se, para defesa da dissertação apresentada por **Fernando Scarati Frandoloso**, intitulada: “**Habilidade competitiva e nível de dano econômico de híbridos de milho com papuã (*Urochloa plantaginea*)**”, a Banca Examinadora, composta pelos professores: Prof. D. Sc. Leandro Galon (Orientador/Presidente – UFFS), Prof. Dr. Anderson Luis Nunes (Membro Titular Externo – IFRS, Campus Sertão/RS) e Prof. D. Sc. Siumar Pedro Tironi (Membro Titular Externo – UFFS – Campus Chapecó/SC). O(A) professor (a) Orientador/Presidente deu por aberta a sessão e logo a seguir passou a palavra ao (à) mestrando(a), para que em até trinta minutos expusesse seu trabalho. Terminada a exposição, passou-se à arguição da Banca Examinadora. A seguir, a sessão foi suspensa e os examinadores decidiram por (X) aprovar ( ) reprovar o trabalho.

Observações: Efetuar as correções, sugestões e apontamentos da banca

Banca orienta que no prazo de 45 dias seja entregue a versão final do trabalho de dissertação à Secretaria de Pós-Graduação. Nestes termos, esta ata segue assinada pelos Membros da Banca Examinadora e pelo(a) mestrando(a).

Erechim/RS, 27 de fevereiro de 2018.

Fernando Scarati Frandoloso  
Prof. D. Sc. Leandro Galon  
Prof. Dr. Anderson Luis Nunes  
Prof. D. Sc. Siumar Pedro Tironi

Fernando Scarati Frandoloso  
Leandro Galon  
Anderson Luis Nunes  
Siumar Pedro Tironi

## **AGRADECIMENTOS**

A toda minha família, principalmente aos meus pais Irvando e Marlene e, em especial a minha namorada Agatha por apoiarem as minhas decisões, e por sempre estarem dispostos a me ajudar em todos os momentos, meu muito obrigado.

À Universidade Federal da Fronteira Sul, instituição na qual realizei o curso de mestrado em Ciência e Tecnologia Ambiental.

Agradeço meu orientador Prof. D. Sc. Leandro Galon, que durante o período do curso não mediu esforços para me auxiliar no que foi preciso para obter uma ótima formação, bem como por acreditar no meu potencial e transmitir seus conhecimentos para o meu crescimento acadêmico e pessoal.

Aos meus colegas de curso, pessoas que sempre auxiliaram nos trabalhos desenvolvidos e que contribuíram no aprendizado no decorrer desse período.

Aos integrantes dos grupos de pesquisa Manejo Sustentável dos Sistemas Agrícolas (MASSA) liderado pelo Prof. D. Sc. Leandro Galon, pela amizade e aprendizado. Todas as pessoas que compõem esse grupo foram indispensáveis na execução das pesquisas e demais atividades desenvolvidas durante esse período.

Enfim, a todos aqueles que direta ou indiretamente contribuíram para o êxito do trabalho, meus agradecimentos.

## RESUMO GERAL

O milho tem grande importância no cenário econômico do Brasil, e o papuã (*Urochloa plantaginea*) aparece entre as plantas daninhas que mais causam prejuízos à essa cultura, que quando não controlado pode ocasionar redução da produtividade de grãos de até 90%. Diante disso, objetivou-se com o trabalho avaliar a habilidade competitiva relativa, a interferência e o nível de dano econômico de híbridos de milho infestados pelo papuã. No primeiro estudo foram instalados experimentos para avaliar a habilidade competitiva dos híbridos de milho na presença de populações de plantas de papuã, ambos conduzidos em série de substituição, nas diferentes combinações das espécies. A análise da competitividade das espécies foi efetuada por meio de diagramas aplicados a experimentos substitutivos e também pelos índices de competitividade relativa. Aos 50 dias após a emergência das espécies efetuou-se a aferição da área foliar (AF) e da massa seca da parte aérea (MS) das plantas. Ocorre competição entre os híbridos de milho testados e o papuã, sendo afetados negativamente, independente da proporção de plantas, provocando reduções na AF e MS das espécies. No segundo estudo determinou-se a interferência e o nível de dano econômico de populações de papuã em competição com densidades de milho (2,60; 3,10; 3,65; 4,00 e 4,80 plantas m<sup>-1</sup>), sendo cada densidade da cultura infestada com dez populações da planta daninha. Avaliou-se as variáveis população de plantas, área foliar, cobertura de solo e massa seca da parte aérea de papuã como indicador de infestação. O modelo de regressão não linear da hipérbole retangular estima adequadamente as perdas de produtividade de grãos de milho na presença de populações de papuã. A semeadura das densidades de milho de 2,60; 3,10 e 3,65 plantas m<sup>-1</sup> na média de todas as variáveis avaliadas foram as mais competitivas do que as demais na presença do papuã. A semeadura das densidades, 2,60; 3,10 e 3,65 plantas m<sup>-1</sup> aumentam o nível de dano econômico, justificando a adoção de medidas de controle do papuã nas populações mais elevadas. O aumento na produtividade de grãos, no preço do milho, na eficiência do herbicida e a redução no custo de controle diminuem os valores do nível de dano econômico, justificando a adoção de medidas de controle em baixas populações de papuã e que a competição interespecífica causa menores prejuízos a AF e a MS das espécies do que a competição intraespecífica. Ao se comparar as espécies entre si, o milho foi mais competitivo do que o papuã.

**Palavras-chave:** *Zea mays*, *Urochloa plantaginea*, Habilidade competitiva

## ABSTRACT

Corn is of great importance in the Brazilian economic scenario, and the alexandergrass (*Urochloa plantaginea*) is one of the weeds that cause the greatest damage to this crop, which, when uncontrolled, can reduce grain yields of up to 90%. The objective of this work was to evaluate the relative competitive ability, the interference and the economic damage level of corn hybrids infested by the alexandergrass. In the first study, experiments were carried out to evaluate the competitive ability of corn hybrids in the presence of alexandergrass plant populations, both conducted in substitution series, with different species combinations. The analysis of the competitiveness of the species was carried out through diagrams applied to substitutive experiments and also by the relative competitiveness indexes. At 50 days after the emergence of the species, the leaf area (LA) and the dry mass of the aerial part (DM) of the plants were checked. There was competition between the corn hybrids and the alexandergrass, being both species negatively affected, independently of the proportion of plants, provoking reductions in the LA and in the DM of the species. In the second study the interference and the economic damage level of alexandergrass populations in competition with corn densities (2,60; 3,10; 3,65; 4,00 and 4,80 plants m<sup>-1</sup>) were determined in competition with ten alexandergrass populations for each crop seeding density. The variables population of plants, leaf area, soil cover and dry mass of alexandergrass aerial part were evaluated as indicator of infestation. The nonlinear regression model of the rectangular hyperbola adequately estimates the yield losses of corn grains in the presence of alexandergrass populations. Corn densities of 2,60; 3,10 and 3,65 plants m<sup>-1</sup> in the average of all evaluated variables were more competitive than the others in the presence of alexandergrass. Seed densities 2,60; 3,10 and 3,65 plants m<sup>-1</sup> increase the economic damage level, justifying the adoption of control measures of the alexandergrass in the higher populations. The increase in grain yield, corn price, herbicide efficiency and reduction in the cost of control decrease the level of economic damage, justifying the adoption of control measures in low alexandergrass populations and that interspecific competition causes smaller losses to LA and DM of species than intraspecific competition. When comparing the species among themselves, corn was more competitive than the alexandergrass.

**Keywords:** *Zea mays*, *Urochloa plantaginea*, Competitive ability

## SUMÁRIO

<b>INTRODUÇÃO GERAL.....</b>	<b>9</b>
REFERÊNCIAS .....	11
<b>ARTIGO 1.....</b>	<b>13</b>
<b>HABILIDADE COMPETITIVA DE HÍBRIDOS DE MILHO COM PAPUÃ.....</b>	<b>14</b>
INTRODUÇÃO .....	15
MATERIAL E MÉTODOS .....	17
RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	20
AGRADECIMENTOS.....	25
REFERÊNCIAS .....	26
<b>ARTIGO 2.....</b>	<b>34</b>
<b>INTERFERÊNCIA E NÍVEL DE DANO ECONÔMICO DE PAPUÃ EM MILHO .....</b>	<b>34</b>
INTRODUÇÃO .....	35
MATERIAL E MÉTODOS .....	38
RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	41
AGRADECIMENTOS.....	47
REFERÊNCIAS .....	47
<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>59</b>

## INTRODUÇÃO GERAL

O milho tem grande importância no cenário econômico do Brasil, com área de aproximadamente 17,085 milhões de hectares cultivados no país (Conab, 2018) e uma área de 731.216 semeadas no estado do Rio Grande do Sul (Emater, 2017). Devido a ampla magnitude de cultivo em todo o território nacional, a produtividade por área não é constante. Um dos fatores que pode explicar as variações é a interferência que a cultura sofre das plantas daninhas e a baixa adoção tecnológica que muitos produtores adotam no manejo dessas espécies infestantes do milho.

O manejo inadequado das plantas daninhas interfere na produtividade, podendo ocasionar perdas que variam de 10 a 80%, dependendo da espécie e população das plantas daninhas, período de competição, estágio da cultura e condições edafoclimáticas (Vargas et al., 2006). Uma planta que ocasiona elevada interferência nas lavouras brasileiras é a *Urochloa plantaginea* (papuã, capim-papuã ou capim-marmelada), principalmente pelo fato de ser encontrada com muita frequência nas áreas de cultivo do Sul do país.

O papuã está presente em praticamente todos os agroecossistemas brasileiros, e a razão biológica para a sua diversidade geográfica, está relacionada em um conjunto de características (Kranz et al., 2009). Esta planta daninha utiliza a via fotossintética C4 e tem alta plasticidade fenológica: dependendo do ambiente e condições, uma única planta pode reproduzir-se com poucos centímetros e com algumas folhas estreitas, ou podem atingir mais de um metro de estatura e cobrir mais de um metro quadrado de área (Khatounian et al., 2016). O papuã atinge seu máximo vigor sob o clima quente e úmido, nas estações típicas de climas tropicais. Em tais condições favoráveis, desenvolve um alto efeito supressor sobre outras espécies de plantas daninhas, tendendo a ser a espécie dominante no meio em que está inserida (Voll et al., 1995). Além disso, produz sementes em abundância, e as mesmas podem permanecer dormentes no solo por mais de uma década (Voll et al., 2001).

Quando o papuã não é controlado, a redução da produtividade de grãos em lavouras de milho pode chegar a 90% (Vidal et al., 2004). Isso ocorre em função da planta daninha competir com a cultura pelos mesmos recursos disponíveis no meio de cultivo que estão inseridas, como água, luz e nutrientes. Quando ocorre a competição

por recursos ambientais que se encontram em suprimento escasso haverá redução do crescimento e eliminação da espécie menos adaptada (Fleck et al., 2008).

O efeito da competição do papuã com a cultura do milho ocorre em função da comunidade infestante da área (composição específica, população, distribuição, época de emergência, dentre outras), da própria cultura (híbrido, espaçamento entre linhas, densidade de semeadura, adubação, dentre outras), das condições edafoclimáticas reinantes no período, além do estágio fenológico da cultura (Galon et al., 2008). Entender esses fatores é importante para desenvolver técnicas de manejo visando controlar as plantas daninhas e aumentar o rendimento da cultura. Dal Magro et al. (2011) destacam que culturas sob estresse competitivo respondem de duas formas, ou seja, suprimindo o desenvolvimento das plantas daninhas ou mantendo a produtividade, mesmo em competição.

A determinação das interações competitivas entre cultivares e espécies de plantas daninhas requer delineamentos experimentais e métodos de análise apropriados, sendo os experimentos substitutivos convencionais os mais recomendados para esclarecer tais relações (Roush et al., 1989). Um dos métodos mais utilizados na investigação da habilidade competitiva entre plantas é o método convencional em série de substituição (Fleck et al., 2008), que possibilita ao pesquisador compreender se a competição é intra ou interespecífica (Rigoli et al., 2008). Experimentos substitutivos demonstram que a cultura geralmente é mais competitiva do que a espécie daninha, sob níveis adequados de recursos, porque o efeito das infestantes não se deve somente à maior habilidade competitiva individual delas, mas ao seu grau de infestação (Vilà et al., 2004).

O conhecimento da habilidade competitiva do milho em relação às plantas daninhas, em especial o papuã, utilizando-se experimentos substitutivos, permite determinar a influência sofrida tanto da cultura como da planta daninha, e assim desenvolver práticas eficientes de manejos. Segundo Agostinetto et al. (2013), a competitividade superior de uma espécie em relação a outra indica que ela terá maior capacidade de assimilação dos recursos do nicho ecológico e, assim, maior potencial de crescimento e desenvolvimento, devido a maior quantidade de recursos utilizadas por ela.

O uso de herbicidas para o controle de plantas daninhas é uma prática muito frequente no sistema de produção da cultura do milho. Neste sentido, a aplicação dos herbicidas com base no conceito do nível de dano econômico (NDE), prevê a adoção do

método de controle somente quando o dano causado pelas plantas daninhas for maior do que o custo do método de controle (Galon et al., 2007; Galon et al., 2012).

No cálculo dos NDEs são envolvidas muitas variáveis, e estas podem ser influenciadas por vários fatores, como: espécie de planta daninha presente na lavoura, população e época de emergência das mesmas em relação à cultura, porcentagem de perda da produtividade e potencial de produtividade da cultura na ausência de infestação, valor do produto colhido, custos e eficiência do controle e influência das plantas daninhas remanescentes sobre o produto (Knezevic et al., 1997; Galon et al., 2007).

A sustentabilidade da cultura do milho deve estar apoiada em diversos pilares, não apenas os relacionados nos aspectos econômicos e comerciais, mas também aos processos de conservação e preservação ambiental. A maneira mais correta de atingir a sustentabilidade é o conhecimento da habilidade competitiva da cultura e os efeitos das plantas daninhas na comunidade. A utilização de formas mais eficientes dos tratamentos culturais pensando no controle das plantas daninhas, minimizando os riscos ao ambiente e maximizando as produtividades é o passo certo para um cultivo mais consciente da cultura.

Diante disso, objetivou-se com o trabalho avaliar a habilidade competitiva relativa, a interferência e o nível de dano econômico de híbridos de milho infestados pelo papuã. A dissertação está dividida em dois artigos: 1) Habilidade competitiva de híbridos de milho com papuã e 2) Interferência e nível de dano econômico de papuã infestante da cultura do milho.

As hipóteses do trabalho são: a) Os híbridos de milho apresentam diferenciação na habilidade competitiva em relação ao papuã. B) As densidades de semeadura de milho diferem em relação a competição e ao nível de dano econômico quando a cultura for impactada por diferentes populações de papuã.

## REFERÊNCIAS

- Agostinetto D. et al. Habilidade competitiva relativa de milho em convivência com arroz irrigado e soja. **Pesq. agropec. bras.** 2013; 48: 1315-1322.
- Conab – Companhia Nacional de Abastecimento. Acompanhamento da safra brasileira, V. 5 - Safra 2017/18- N° 4 - **Quarto levantamento – janeiro de 2018**. [Acesso em 15 de jan. de 2018]. Disponível em: [http://www.conab.gov.br/arquivos/18\\_01\\_11\\_14\\_17\\_49\\_graos\\_4o\\_levantamento.pdf](http://www.conab.gov.br/arquivos/18_01_11_14_17_49_graos_4o_levantamento.pdf).

- Dal magro T. et al. Habilidade competitiva entre biótipos de *Cyperus difformis* L. resistente ou suscetível a herbicidas inibidores de ALS e destes com arroz irrigado. **Bragantia**. 2011; 70: 294-301.
- Emater - Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural. **Safra verão 2017/2018**. [Acesso em 15 de jan. de 2018]. Disponível em: [http://www.emater.tche.br/site/arquivos\\_pdf/safra/safraTabela\\_12092017.pdf](http://www.emater.tche.br/site/arquivos_pdf/safra/safraTabela_12092017.pdf).
- Fleck N.G. et al. Competitividade relativa entre cultivares de arroz irrigado e biótipo de arroz-vermelho. **Planta Daninha**. 2008; 26: 101-111.
- Galon L. et al. Níveis de dano econômico para decisão de controle de capim arroz (*Echinochloa* spp.) em arroz irrigado (*Oryza sativa*). **Planta Daninha**. 2007; 25: 709-718.
- Galon L. et al. Períodos de interferência de *Brachiaria plantaginea* na cultura do milho na região Sul do Rio Grande do Sul. **Planta Daninha**. 2008; 26:779-788.
- Galon L. et al. Eficiência de controle de *Brachiaria brizantha* e seletividade dos herbicidas {(diuron + hexazinone) + MSMA } aplicados à cultura da cana-de-açúcar. **Planta Daninha**. 2012; 30: 367-376.
- Khatounian C. A. et al. Seed production of *Urochloa plantaginea* (Link) R. Webster infesting maize and in pure stands. **Rev. Bras. de Agroecologia**. 2016; 11:281-286.
- Knezevic S.Z. et al. Relative time of redroot pigweed (*Amaranthus retroflexus* L.) emergence is critical in pigweed-sorghum [*Sorghum bicolor* (L.) Moench] competition. **Weed Sci**. 1997; 45: 502-508.
- Kranz W. M. et al. **Ocorrência e distribuição de plantas daninhas no Paraná**. Londrina: IAPAR, 2009. p.283.
- Rigoli R. P. et al. Habilidade competitiva relativa do trigo (*Triticum aestivum*) em convivência com azevém (*Lolium multiflorum*) ou nabo (*Raphanus raphanistrum*). **Planta Daninha**. 2008; 26: 93-100.
- Roush M. L. et al. A comparison of methods for measuring effects of density and proportion in plant competition experiments. **Weed Sci**. 1989; 37: 268-275.
- Vargas L. et al. Manejo de plantas daninhas na cultura do milho. Passo Fundo: **EMBRAPA-CNPT**, 2006; 20 p. (Documentos Online, 61). Disponível em: <[http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/do/p\\_do61.htm](http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/do/p_do61.htm)>. Acesso em: 15 jan. 2018.
- Vidal R.A. et al. Nível de dano econômico de *Brachiaria plantaginea* na cultura de milho irrigado. **Planta Daninha**, 2004; 22: 63-39.

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

Voll, E. et al. Dinâmica de populações de *Brachiaria plantaginea* (Link) Hitchc. sob manejos de solo e de herbicidas. I. Sobrevivência. **Pesq. agropec. bras.** 1995; 30:387-396.

Voll, E. et al. Dinâmica do banco de sementes de plantas daninhas sob diferentes manejos de solo. **Planta Daninha**. 2001; 19:171 -178.

**ARTIGO 1**

O artigo formatado de acordo com as normas da Revista Planta Daninha, para posterior  
submissão a mesma.

**HABILIDADE COMPETITIVA DE HÍBRIDOS DE MILHO COM PAPUÃ**

## COMPETITIVE ABILITY OF CORN HYBRIDS WITH ALEXANDERGRASS

**RESUMO** - O milho é um dos principais cereais cultivados em todo o mundo e o papuã (*Urochloa plantaginea*) aparece entre as plantas daninhas que mais causam prejuízos à cultura. Diante disso, objetivou-se com o trabalho avaliar a habilidade competitiva relativa de híbridos de milho na presença do papuã, por meio de experimentos em série de substituição. Os experimentos foram instalados em delineamento experimental de blocos casualizados, com quatro repetições. Primeiramente, tanto para os híbridos de milho Agroeste (AS 1551 PRO 2), Morgan (MG 300 PW), Nidera (NS 92 PRO) e Syngenta (Velox TL) quanto para o papuã determinou-se a população de plantas em que a produção final se torna constante (20 plantas vaso<sup>-1</sup> ou 463 plantas m<sup>-2</sup>). Posteriormente foram instalados quatro experimentos para avaliar a habilidade competitiva dos híbridos de milho com plantas de papuã, ambos conduzidos em série de substituição, nas diferentes combinações das espécies, variando-se as proporções relativas (100:0, 75:25, 50:50, 25:75 e 0:100%) de plantas vaso<sup>-1</sup> (20:0; 15:5; 10:10; 5:15 e 0:20). A análise da competitividade das espécies foi efetuada por meio de diagramas aplicados a experimentos substitutivos e também pelos índices de competitividade relativa. Aos 50 dias após a emergência das espécies efetuou-se a aferição da área foliar (AF) e da massa seca da parte aérea (MS) das plantas. Ocorre competição entre os híbridos de milho Agroeste (AS 1551 PRO 2), Morgan (MG 300 PW), Nidera (NS 92 PRO) e Syngenta (Velox TL) e o papuã, sendo afetados negativamente, independentemente da proporção de plantas, provocando reduções na AF e MS das espécies. A competição interespecífica causa menores prejuízos a AF e a MS das espécies do que a competição intraespecífica. Ocorre basicamente a competição pelos mesmos recursos do meio entre o milho e o papuã, sendo a cultura mais competitiva do que a planta daninha.

**Palavras-chave:** *Zea mays*, *Urochloa plantaginea*, Habilidade competitiva.

33 **ABSTRACT** - Corn is one of the world's major cereals, and the alexandergrass  
34 (*Urochloa plantaginea*) is one of the most damaging weeds in the crop. The objective of  
35 this work was to evaluate the relative competitive ability of corn hybrids in the presence  
36 of the alexandergrass weed, using experiments in substitution series. The experiments  
37 were installed in a randomized complete block design, with four replications. Firstly, for  
38 the corn hybrids (Agroeste -AS 1551 PRO 2, Morgan - MG 300 PW, Nidera - NS 92  
39 PRO and Syngenta Velox TL) as well as for the alexandergrass, the population of plants  
40 in which the final production becomes constant (20 pot plants<sup>-1</sup> or 463 plants m<sup>-2</sup>) was  
41 determined. Afterwards, four experiments were carried out to evaluate the competitive  
42 ability of corn hybrids with alexandergrass plants, both conducted in substitution series,  
43 in different combinations of species, varying the relative proportions (100: 0, 75:25,  
44 50:50, 25:75 and 0: 100%) plants per pot<sup>-1</sup> (20: 0, 15: 5, 10:10, 5:15 and 0:20). The  
45 analysis of the competitiveness of the species was carried out through diagrams applied  
46 to substitutive experiments and by the relative competitiveness indexes. At 50 days after  
47 the emergence of the species the leaf area and the dry mass of the aerial part of the  
48 plants were measured. There is competition between corn hybrids (Agroeste -AS 1551  
49 PRO 2, Morgan - MG 300 PW, Nidera - NS 92 PRO and Syngenta Velox TL) and  
50 alexandergrass, being affected negatively, independently of the proportion of plants,  
51 causing reductions in the LA and DM of the species. Interspecific competition causes  
52 less damage to LA and DM of species than intraspecific competition. There is basically  
53 competition for the same resources between the corn and the alexandergrass. When  
54 comparing the species among themselves, corn was more competitive than the weeds.

55 **Keywords:** *Zea mays*, *Urochloa plantaginea*, Competitive ability.

56

57

## INTRODUÇÃO

58

59

60

61

62

63

64

65

O milho (*Zea mays*) é um dos principais cereais cultivados no mundo, sendo o Brasil o terceiro maior produtor (Usda, 2018). A região Sul do país é responsável por 22,25% da produção nacional, com cerca de 3.81 milhões de hectares produzidos na primeira e segunda safra (Conab, 2018), com destino dos grãos para diversas indústrias, incluindo a de alimentos para consumo humano e animal (Faria et al., 2014). Fatos que demonstram a importância da cultura do milho para a região sul do Brasil, em especial por compor a matriz produtiva das unidades familiares e colaborar para a segurança alimentar das propriedades.

66 A produtividade das lavouras de milho pode ser influenciada por diversos fatores,  
67 entre os quais a infestação das plantas daninhas se destaca, pois competem com a  
68 cultura pelos recursos disponíveis no meio, tais como água, luz e nutrientes, dificultam  
69 os manejos e tratos culturais e também são hospedeiras de pragas e doenças que podem  
70 vir a atacar a cultura (Vidal e Merotto, 2010, Monquero, 2014) As plantas daninhas  
71 ocasionam perdas na produtividade de grãos do milho e também na qualidade dos grãos  
72 colhidos (Brito et al., 2011), podendo estas chegarem à 70% caso nem um método de  
73 manejo for adotado (Moraes et al., 2013).

74 Dentre as plantas daninhas que infestam o milho, o papuã (*U. plantaginea*)  
75 destaca-se como uma das espécies que mais prejuízos causam às lavouras, pela elevada  
76 habilidade competitiva ao ocasionar sombreamento, absorver elevada quantidade de  
77 água e nutrientes, produzir elevado número de sementes (Kissman e Groth, 1999; Velho  
78 et al., 2012; Wandscheer et al., 2013) e apresentar metabolismo do tipo C4. As plantas  
79 C4 demonstram melhor capacidade para aproveitarem os recursos disponíveis no meio  
80 e, desse modo, normalmente, se mostram mais competitivas do que as plantas C3  
81 (Wang et al, 2018).

82 Neste sentido, conhecer a habilidade competitiva dos híbridos de milho em  
83 relação às plantas daninhas torna-se uma ferramenta importante para o desenvolvimento  
84 de estratégias de manejo. Tendo em vista que nas lavouras, a população das plantas  
85 cultivadas geralmente é constante, ao passo que a população das plantas daninhas varia  
86 de acordo com o banco de sementes do solo e com as condições ambientais, que alteram  
87 o nível de infestação e conseqüente a competitividade das espécies (Galon et al., 2011;  
88 Agostinetto et al., 2013; Wandscheer et al., 2014). Desse modo, nos estudos de  
89 competição, não basta avaliar somente a população de plantas no processo competitivo,  
90 mas também a influência da variação na proporção entre as espécies (Christoffoleti e  
91 Victória Filho, 1996).

92 A determinação das interações competitivas para culturas e plantas daninhas  
93 requer delineamentos experimentais e métodos de análise apropriados, sendo os  
94 experimentos substitutivos convencionais os mais usados para esclarecer tais relações  
95 (Vida et al., 2006; Agostinetto et al., 2013; Wandscheer et al., 2014; Forte et al., 2017).  
96 Nesses experimentos, geralmente as culturas alcançam maior habilidade competitiva do  
97 que as espécies daninhas. Em campo, o efeito da planta daninha sobre a cultura se deve,  
98 principalmente, ao nível de infestação e não à sua habilidade competitiva individual  
99 (Vilá et al., 2004). No entanto, quando há competição entre indivíduos do mesmo

100 gênero e/ou espécie, a vantagem competitiva da cultura poderá ser alterada, uma vez  
101 que ambos exploram o mesmo nicho ecológico.

102 Assim, tornam-se relevantes estudos que evidenciem a variação na proporção  
103 entre as espécies daninhas e a cultura para desenvolver estratégias de manejo, a partir da  
104 possibilidade de definir as características que confirmam maior habilidade competitiva às  
105 culturas (Fleck et al., 2008; Galon et al., 2011; Agostinetto et al., 2013; Wandscheer et  
106 al., 2014; Forte et al., 2017). Diante disso, objetivou-se, com o trabalho, avaliar a  
107 habilidade competitiva relativa de híbridos de milho na presença de papuã, por meio de  
108 experimentos em série de substituição.

109 A hipótese do trabalho é que os híbridos de milho apresentam diferenciação na  
110 competição com o papuã.

111

## 112 MATERIAL E MÉTODOS

113 Foram instalados nove experimentos em casa de vegetação da Universidade  
114 Federal da Fronteira Sul (UFFS), Campus Erechim, RS, entre os meses de novembro de  
115 2015 a fevereiro de 2016. As unidades experimentais foram constituídas por vasos  
116 plásticos com capacidade para 8 dm<sup>3</sup>, preenchidos com solo oriundo de área agrícola,  
117 caracterizado como Latossolo Vermelho Aluminoférrico húmico (Embrapa, 2013). A  
118 correção do pH e da fertilidade do solo foi realizada conforme as recomendações  
119 técnicas para a cultura do milho e tendo por base a análise físico-química (ROLAS,  
120 2004). As características químicas e físicas do solo foram: pH em água de 4,8; MO =  
121 3,5%; P= 4,0 mg dm<sup>-3</sup>; K= 117,0 mg dm<sup>-3</sup>; Al<sup>3+</sup>=0,6 cmolc dm<sup>-3</sup>; Ca<sup>2+</sup>= 4,7 cmolc dm<sup>-3</sup>;  
122 Mg<sup>2+</sup>= 1,8 cmolc dm<sup>-3</sup>; CTC(t)= 7,4 cmolc dm<sup>-3</sup>; CTC(TpH=7,0)= 16,5 cmolc dm<sup>-3</sup>;  
123 H+Al= 9,7 cmolc dm<sup>-3</sup>; SB= 6,8 cmolc dm<sup>-3</sup>; V= 41% e Argila= 60%.

124 O delineamento experimental adotado, em todos os experimentos, foi o de blocos  
125 casualizados, com quatro repetições. Os competidores testados incluíram os híbridos de  
126 milho Agroeste - AS 1551 PRO 2 (ciclo Superprecoce com biotecnologia VT PRO 2),  
127 Morgan - MG 300 PW (ciclo Superprecoce com biotecnologia Power Core), Nidera -  
128 NS 92 PRO (ciclo Precoce com biotecnologia VT PRO) e Syngenta - Velox TL (ciclo  
129 superprecoce com biotecnologia TL) que competiram com a planta daninha papuã (*U.*  
130 *plantaginea*).

131 Em caráter preliminar, tanto para os híbridos de milho quanto para o papuã, em  
132 monocultivo efetuou-se cinco experimentos com objetivo de estimar a população de  
133 plantas em que a produção final de massa seca se torna constante. Para isso foram

134 utilizadas as populações de 1, 2, 4, 8, 16, 24, 32, 40, 48, 56 e 64 plantas vaso<sup>-1</sup>  
135 (equivalentes a 25, 49, 98, 196, 392, 587, 784, 980, 1.176, 1.372 e 1.568 plantas m<sup>-2</sup>).  
136 Aos 50 dias após a emergência das espécies, coletou-se a parte aérea das plantas de  
137 milho e/ou papuã para determinar a massa seca da parte aérea (MS), sendo essa  
138 quantificada pela pesagem, após serem secas em estufa de circulação forçada de ar a  
139 temperatura de 65±5°C até atingir massa constante. Através dos valores médios de MS  
140 das espécies obteve-se produção constante de MS com populações de 20 plantas vaso<sup>-1</sup>,  
141 para todos os híbridos de milho e/ou o biótipo de papuã o que equivaleu a 463 plantas  
142 m<sup>-2</sup> (dados não apresentados).

143 Outros quatro experimentos foram instalados para avaliar a habilidade  
144 competitiva dos híbridos de milho Agroeste (AS 1551 PRO 2), Morgan (MG 300 PW) e  
145 Nidera (NS 92 PRO) e Syngenta (Velox TL) com plantas de papuã, ambos conduzidos  
146 em série de substituição, nas diferentes combinações dos híbridos e do biótipo da planta  
147 daninha, variando-se as proporções relativas de plantas vaso<sup>-1</sup>: 100:0, 75:25, 50:50,  
148 25:75 e 0:100 o que equivaleu a 20:0, 15:5, 10:10, 5:15 e 0:20 plantas vaso<sup>-1</sup> das  
149 espécies, mantendo-se constante a população total de plantas (20 plantas vaso<sup>-1</sup>). Para  
150 estabelecer as populações desejadas em cada tratamento e obter uniformidade das  
151 plântulas, as sementes foram previamente semeadas em bandejas, sendo posteriormente  
152 transplantadas para os vasos.

153 Aos 50 dias após a emergência das espécies efetuou-se a aferição da área foliar  
154 (AF) e da MS tanto do milho quanto do competidor. A determinação da AF foi efetuada  
155 com um medidor portátil de área foliar modelo CI-203 BioScience, quantificando-se a  
156 variável em todas as plantas em cada tratamento. Após a quantificação da AF, a parte  
157 aérea das plantas foi acondicionada em sacos de papel e submetida a secagem em estufa  
158 de circulação forçada de ar, a temperatura de 60±5 °C, até se obter massa constante.

159 Os dados foram analisados por meio do método da análise gráfica da variação ou  
160 produtividade relativa (Radosevich, 1987; Roush et al., 1989; Cousens, 1991; Bianchi et  
161 al., 2006). O referido procedimento, também conhecido como método convencional  
162 para experimentos substitutivos, consiste na construção de um diagrama tendo por base  
163 as produtividades ou variações relativas (PR) e total (PRT). Quando o resultado da PR  
164 for uma linha reta, significa que as habilidades das espécies são equivalentes. Se a PR  
165 resultar em linha côncava, houve prejuízo no crescimento de uma ou de ambas as  
166 espécies. Ao contrário, se a PR resultar em linha convexa, há benefício no crescimento  
167 de uma ou de ambas as espécies. Quando a PRT for igual à unidade 1 (linha reta),

168 ocorre competição pelos mesmos recursos; se ela for superior a 1 (linha convexa), a  
169 competição é minimizada. Caso a PRT for menor que 1 (linha côncava), ocorre prejuízo  
170 mútuo ao crescimento (Cousens, 1991).

171 Foram calculados ainda os índices de competitividade relativa (CR), coeficiente  
172 de agrupamento relativo (K) e agressividade (A) das espécies. O CR representa o  
173 crescimento comparativo dos híbridos de milho (X) em relação ao competidor papuã  
174 (Y); K indica a dominância relativa de uma espécie sobre a outra; e A aponta qual das  
175 espécies é mais agressiva. Assim, os índices CR, K e A indicam qual espécie se  
176 manifesta mais competitiva e sua interpretação conjunta indica com maior segurança a  
177 competitividade das espécies (Cousens, 1991). Os híbridos de milho “X” são mais  
178 competitivos que o competidor papuã “Y” quando  $CR > 1$ ,  $K_x > K_y$  e  $A > 0$ ; por outro  
179 lado, o competidor papuã “Y” é mais competitivo que os híbridos de milho “X” quando  
180  $CR < 1$ ,  $K_x < K_y$  e  $A < 0$  (Hoffman; Buhler, 2002). Para calcular esses índices foram  
181 usadas as proporções 50:50 das espécies envolvidas no experimento (milho *versus*  
182 papuã), ou seja, as populações de 10:10 plantas vaso<sup>-1</sup>, utilizando-se as equações:  $CR =$   
183  $PR_x/PR_y$ ;  $K_x = PR_x/(1-PR_x)$ ;  $K_y = PR_y/(1-PR_y)$ ;  $A = PR_x-PR_y$ , de acordo com Cousens e  
184 O’Neill (1993).

185 O procedimento de análise estatística da produtividade ou variação relativa incluiu  
186 o cálculo das diferenças para os valores de PR (DPR) obtidos nas proporções 25, 50 e  
187 75% em relação aos valores pertencentes à reta hipotética nas respectivas proporções,  
188 quais sejam, 0,25, 0,50 e 0,75 para PR (Bianchi et al., 2006; Fleck et al., 2008).  
189 Utilizou-se o teste t para testar as diferenças relativas aos índices DPR, PRT, CR, K e A  
190 (Roush et al., 1989; Hoffman e Buhler, 2002). Considerou-se como hipótese nula, para  
191 testar as diferenças de DPR e A, que as médias fossem iguais a zero ( $H_0 = 0$ ); para PRT  
192 e CR, que as médias fossem iguais a um ( $H_0 = 1$ ); e para K, que as médias das  
193 diferenças entre  $K_x$  e  $K_y$  fossem iguais a zero [ $H_0 = (K_x - K_y) = 0$ ]. O critério para se  
194 considerar as curvas de PR e PRT diferentes das retas hipotéticas foi que, no mínimo  
195 em duas proporções, ocorressem diferenças significativas pelo teste “t” (Bianchi et al.,  
196 2006; Fleck et al., 2008). Do mesmo modo, considerou-se, para os índices CR, K e A, a  
197 existência de diferenças em competitividade quando, no mínimo em dois deles,  
198 houvesse diferença significativa pelo teste t.

199 Os resultados obtidos para AF e MS tanto do milho quanto do competidor,  
200 expressos em valores médios por tratamento, foram submetidos à análise de variância  
201 pelo teste F e quando esse foi significativo compararam-se as médias dos tratamentos

202 pelo teste de Dunnett, considerando-se as monoculturas como testemunhas nessas  
203 comparações. Em todas as análises estatísticas efetuadas adotou-se  $p \leq 0,05$ .

204

## 205 **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

206 A análise de variância dos dados demonstrou que ocorreu interação significativa  
207 entre as proporções de plantas dos híbridos de milho e de papuã para as variáveis área  
208 foliar (AF) e massa seca da parte aérea (MS). Os experimentos substitutivos entre os  
209 híbridos de milho *versus* papuã indicaram competição entre as espécies, em que os  
210 valores de produtividade obtidos nas diferentes proporções entre as duas espécies  
211 desviaram-se da linha de rendimento esperado. Em geral, a associação entre as duas  
212 espécies prejudicou mais a planta daninha do que a cultura do milho (Figuras 1 e 2;  
213 Tabelas 1, 2 e 3).

214 Os resultados gráficos indicam, para os híbridos de milho (Agroeste, Morgan,  
215 Nidera e Syngenta), que apresentaram semelhanças quanto à competição com o biótipo  
216 de papuã e que ocorreram diferenças para as variáveis AF e MS, na grande maioria das  
217 proporções de plantas avaliadas (Figuras 1 e 2, Tabela 1). Observou-se diferenças  
218 significativas em pelo menos duas proporções em relação à PRT para AF e MS dos  
219 híbridos Agroeste, Morgan, Nidera e Syngenta ao competirem com o papuã, com linhas  
220 côncavas na maioria das situações e valores médios inferiores a 1 (Figuras 1 e 2; Tabela  
221 1). Ressalta-se que somente em duas situações a PRT apresentou valores superiores a 1  
222 e linha convexa, para a variável MS nas proporções de 50:50 e 25:75 envolvendo o  
223 híbrido Agroeste e o papuã (Figura 2 e Tabela 1), porém sem ocorrer significância em  
224 pelo menos duas proporções de plantas avaliadas.

225 Esses resultados da PRT de linhas côncavas e valores inferiores a 1, permitem  
226 inferir que ocorreu competição entre o milho e o papuã pelos mesmos recursos  
227 presentes no meio. Pois de acordo com Rubin et al. (2014) quando a  $PRT < 1$  há um  
228 antagonismo mútuo entre as espécies que estão competindo pelos recursos do ambiente,  
229 não somando para o aumento da produtividade final. Resultados semelhantes ao do  
230 presente estudo foram constatados por Wandscheer et al. (2014) ao avaliarem a  
231 habilidade competitiva do híbrido de milho DKB 240 YG em competição com  
232 diferentes populações de capim-sudão (*Sorghum sudanense*).

233 Observou-se para as variáveis AF e MS em todas as combinações de plantas  
234 envolvendo os híbridos de milho e o papuã que os desvios das retas da PR em relação às  
235 retas esperadas, são linhas côncavas. E para essa mesma variável (MS) na proporção de

236 75:25 envolvendo o híbrido *Nidera versus* papuã que também apresentou linha convexa.  
237 Isto demonstra que a cultura e a planta daninha competem pelos mesmos recursos do  
238 meio em que estão inseridos havendo prejuízo mútuo para o crescimento das espécies.  
239 Ao estudarem o efeito de capim-sudão em milho (Wandscheer et al., 2014), azevém  
240 sobre a cevada (Galon et al., 2011) e de plantas daninhas infestantes da soja (Forte et al.,  
241 2017) também constataram a ocorrência de linhas côncavas para a cultura e competidor  
242 para as variáveis avaliadas, o que corrobora ao encontrado no presente estudo.

243 Ao avaliar as Figuras 1 e 2, constatou-se de modo geral, que em todas as  
244 proporções houve decréscimo das variáveis AF e MS de acordo com o aumento da  
245 população do competidor papuã. Na AF (Figura 1) em mesma população da cultura com  
246 o competidor (50:50) ocorreu diferença significativa, com reduções superiores a 25,4;  
247 33,0; 53,5 e 53,8% para os híbridos Agroeste, Morgan, *Nidera* e Syngenta,  
248 respectivamente, quando comparadas à testemunha livre de papuã.

249 Para a MS (Figura 2) usando-se a mesma comparação constatou-se diminuição de  
250 52,7; 13,6 e 37,6% para três híbridos; Agroeste, Morgan e *Nidera* em convivência com  
251 papuã. Fato curioso foi a competição do híbrido Syngenta que apresentou incremento de  
252 27% da MS ao competir com o papuã na proporção de 50:50. Esse fato se explica em  
253 função do híbrido possuir alguma característica intrínseca que o faz ser mais  
254 competitivo que a planta daninha em estudo, como por exemplo um maior aumento de  
255 área foliar e crescimento de colmo na presença do papuã. Resultados semelhantes foram  
256 encontrados por Wandscheer et al. (2014), onde ao comparar combinações de plantas de  
257 milho (híbrido DKB 240 YG) e de capim-sudão (*Sorghum sudanense*), nas proporções  
258 100, 75, 50, 25 e 0% de plantas de milho e o inverso para a planta daninha, mostrou que  
259 não ocorreu reduções significativas em nenhuma das espécies testadas. Tal fato pode ser  
260 explicado pela plasticidade da espécie em responder há variações na disponibilidade de  
261 recursos no ambiente, isto é, rápidos ajustes morfológicos em resposta à escassez de  
262 recursos facilitando assim a captura de água, luz, nutrientes e espaço pela planta,  
263 tornando-a mais competitiva (Dias-Filho, 2006).

264 Isso demonstra que o papuã é muito competitivo e que quando o mesmo  
265 apresentar a mesma população que a cultura ocasiona interferência negativa no  
266 crescimento do milho, exceto ao híbrido Syngenta para a MS que demonstrou  
267 comportamento contrário conforme relatado anteriormente. De acordo com Jannink et  
268 al., (2000) espécies de plantas quando em convivência numa comunidade podem  
269 responder a competição com a redução do crescimento em função do efeito da

270 interferência entre elas, o que corrobora ao observado no presente estudo com o efeito  
271 negativo sobre a AF e a MS da maioria dos híbridos de milho avaliados.

272 Em geral os híbridos de milho, apresentaram maior crescimento relativo do que o  
273 papuã em todas as proporções de plantas avaliadas para as variáveis testadas,  
274 apresentando maior PR a cultura e menor a planta daninha, no entanto apresentaram  
275 pouca contribuição para a PRT (Figuras 1 e 2; Tabela 1). Pode-se relatar que a provável  
276 causa do milho apresentar maior crescimento relativo que o papuã está relacionado com  
277 a estatura de plantas, tornando-se mais eficiente na busca por radiação solar e impondo  
278 sombreamento à planta daninha (Almeida e Mundstock, 2001). Quando uma espécie for  
279 mais competitiva que outra indicará que essa terá maior capacidade de assimilação dos  
280 recursos disponíveis no meio e desse modo incremento do potencial de crescimento e  
281 desenvolvimento, o que gera aumento do dano ao competidor, já que menores  
282 quantidades de recursos ficarão disponíveis (Agostinetto et al., 2013). Desse modo a  
283 competição por quantidade e qualidade de luz, é o resultado da proximidade de plantas,  
284 o que compromete o incremento de AF e MS, por haver interferência na formação e  
285 crescimento das folhas (Wu et al., 2012). Deve-se ressaltar que, em experimentos  
286 substitutivos, existe pouca evidência de haver mudanças qualitativas devido ao aumento  
287 da população, ou seja, a dominância de uma espécie sobre a outra raramente muda com  
288 a alteração da população (Cousens e O'Neill, 1993).

289 Os resultados demonstram, em geral, maiores valores da PRT de todas as  
290 combinações quanto maiores foram as proporções de plantas de milho nas simulações e  
291 menor a do papuã ao competirem entre si - situação significativa para as ambas as  
292 variáveis estudadas (Tabela 1). Esse comportamento mostra que as espécies são  
293 competitivas e que uma não contribui mais que o esperado para a produtividade total da  
294 outra (Radosevich, 1987). Por pertencerem à mesma família botânica, esperava-se que  
295 os híbridos de milho e o papuã explorassem o mesmo nicho ecológico e competissem  
296 pelos mesmos recursos do ambiente, apresentando diferenças em competitividade, pois  
297 estas foram verificadas em espécies aparentadas, como, por exemplo, entre arroz x  
298 arroz-vermelho (Pantone e Baker, 1991; Fleck et al., 2008), entre cevada x azevém  
299 (Galon et al., 2011), arroz x capim-arroz (Galon e Agostinetto, 2009) e sorgo cultivado  
300 x *Sorghum halepense* (Hoffman e Buhler, 2002).

301 Observou-se que as variáveis morfológicas, AF e MS, dos híbridos de milho;  
302 Agroeste, Morgan, Nidera e Syngenta, foram reduzidas quando competiram com o  
303 papuã em todas as combinações analisadas, independentemente da proporção de plantas

304 na associação (Tabela 2). Quanto mais elevada a proporção do competidor na  
305 associação com os híbridos, maiores foram os danos às variáveis da cultura. No papuã  
306 verificou-se a mesma tendência de redução da AF e da MS ao observado para a cultura.  
307 Pesquisas tem relatado que pode ocorrer prejuízo ao crescimento das culturas e das  
308 plantas daninhas quando essas estiverem em competição numa determinada comunidade  
309 (Feck et al., 2008; Rigoli et al., 2008; Galon e Agostinetto, 2009; Agostinetto et al.,  
310 2009; Galon et al., 2011; Forte et al., 2016).

311 Observou-se, de modo geral, para as variáveis AF e MS que as maiores médias  
312 por planta da cultura ou mesmo do papuã foram obtidas quando estas se apresentavam  
313 em populações menores na associação em todas as combinações (Tabela 2). Desse  
314 modo constatou-se que a competição interespecífica é menos prejudicial para ambas as  
315 espécies envolvidas do que a competição intraespecífica. Christoffoleti e Victoria Filho,  
316 (1996) também observaram que o efeito da competição intraespecífica foi mais  
317 prejudicial do que a interespecífica ao trabalharem com milho na presença de caruru.  
318 Zanine e Santos, (2004) descrevem que a redução no crescimento de espécies,  
319 envolvidas em combinações intra ou interespecíficas, resulta da competição espacial  
320 entre grupos de plantas que ocupam o mesmo espaço. Outros trabalhos envolvendo  
321 diferente espécies de plantas em competição também denotaram efeitos similares aos  
322 constatados no presente estudo, como trigo na presença de azevém (Rigoli et al., 2008),  
323 arroz em competição com capim-arroz (Galon e Agostinetto, 2009), arroz e soja x milhã  
324 (Agostinetto et al., 2013), trigo x nabo (Costa e Rizzardi, 2015) e soja x plantas  
325 daninhas (Forte et al., 2016).

326 Bianchi et al., (2006) descrevem que a competição afeta quantitativa e  
327 qualitativamente a produção, pois modifica a eficiência de aproveitamento dos recursos  
328 do ambiente, como água, luz, CO<sub>2</sub> e nutrientes, estabelecendo-se entre a cultura e as  
329 plantas de outras espécies existentes no local. Essa competição ocorre também entre  
330 indivíduos de uma mesma espécie ou entre biótipos predominantes na área, conforme  
331 constatado por Ferreira et al. (2008), os quais verificaram que biótipos de azevém  
332 resistentes ao glyphosate possuem menor capacidade competitiva do que os suscetíveis.  
333 Destaca-se ainda que em uma comunidade de plantas há benefício na competição pelos  
334 recursos para aquelas que se estabelecem primeiro, pelas características intrínsecas de  
335 cada cultivar ou híbrido quanto à habilidade competitiva (sistema radicular, estatura,  
336 índice de área foliar, produção de massa seca, velocidade de crescimento, número de

337 afilhos, entre outras), pelo melhor aproveitamento ou necessidade dos recursos por uma  
338 determinada espécie dentro de um nicho ecológico.

339 O híbrido de milho X (Agroeste - AS 1551 PRO 2, Morgan - MG 300 PW, Nidera  
340 - NS 92 PRO e Syngenta - Velox TL) é mais competitivo que o papuã Y, quando  
341 comparados pelos coeficientes desenvolvidos por Hoffman e Buhler (2002),  $CR > 1$ ,  $K_x$   
342  $> K_y$  e  $A > 0$ . Assim, adotou-se como critério para comprovar superioridade  
343 competitiva, a ocorrência de diferença significativa em pelo menos dois desses índices  
344 (Bianchi et al., 2006). Em todas as simulações os híbridos de milho apresentaram o  
345 maior crescimento, para as variáveis AF e MS quando em competição com o papuã,  
346 conforme indicado pelos índices CR (maior que 1), K da cultura maior que o da planta  
347 daninha e A (positivo), exceto para a MS do Agroeste que demonstrou menor  
348 competitividade do milho (porém sem ocorrer significância em pelo menos dois  
349 índices), em relação ao papuã em todos os índices (CR, K e A). De maneira geral  
350 verificou-se diferenças entre os híbridos de milho e o papuã, o que demonstra que  
351 ambos não se equivalem em termos de competição, destacando-se que a cultura é mais  
352 competitiva que a planta daninha (Tabela 3).

353 Corroborando com os resultados do presente estudo os encontrados por Wandscheer  
354 et al. (2014) que também constataram que o milho foi mais competitivo que o capim-  
355 sudão. Utilizando os três índices para definir competitividade, foi observado que o  
356 sorgo cultivado foi mais competitivo que *Sorghum halepense* (Hoffman e Buhler,  
357 2002), que cultivares de soja foram mais competitivas que plantas daninhas (Forte et al.,  
358 2016) e que arroz-vermelho apresentou maior agressividade que o arroz irrigado (Fleck  
359 et al., 2008). De acordo com Vilá et al., (2004) quando se semeia as culturas em  
360 associação com plantas daninhas, com variação na proporção de plantas, normalmente  
361 as culturas apresentam vantagem quanto a produtividade relativa, demonstrando assim  
362 que a competição intraespecífica excede a interespecífica.

363 Interpretando-se conjuntamente as análises gráficas de variáveis relativas e suas  
364 significâncias em relação aos valores equivalentes (Figuras 1 e 2; Tabela 1), as variáveis  
365 morfológicas (Tabela 2) e os índices de competitividade (Tabela 3), em geral,  
366 constatou-se que há efeito de interação negativa entre as espécies, sendo os híbridos de  
367 milho Agroeste - AS 1551 PRO 2, Morgan - MG 300 PW, Nidera - NS 92 PRO e  
368 Syngenta - Velox TL, bem como o papuã são afetados. Os híbridos de milho, em geral,  
369 demonstraram maior habilidade competitiva que o papuã em todas as proporções de  
370 plantas associadas. Desse modo, as diferenças em termos de competitividade das

371 espécies avaliadas podem ser devido ao fato destas explorarem os mesmos recursos,  
372 água, luz e nutrientes do meio. Constatou-se assim que o papuã se não controlado ao  
373 infestar a cultura do milho irá ocasionar prejuízos em função da elevada  
374 competitividade. Corrobora com o presente trabalho os resultados encontrados por  
375 Christoffoleti e Victoria Filho, (1996) e Wandscheer et al. (2014) ao denotarem que  
376 ocorreu competição entre o milho cultivado na presença de caruru e capim-sudão,  
377 respectivamente. Pesquisas tem relatado que as espécies pertencendo a famílias  
378 botânicas com características similares tem apresentando semelhanças na demanda por  
379 recursos do meio; sorgo cultivado x *Sorghum halepense* (Hoffman e Buhler, 2002),  
380 arroz x arroz-vermelho (Fleck et al., 2008) e arroz x capim-arroz (Galon e Agostinetto,  
381 2009).

382 O conhecimento da dinâmica e da competitividade entre plantas, em especial o  
383 milho e o papuã torna-se importante para a tomada de decisão de controlar a planta  
384 daninha em determinada população que não irá causar interferência negativa sobre a  
385 cultura, ainda mais considerando-se que o papuã produz sementes em abundância, e que  
386 as mesmas podem permanecer dormentes no solo por mais de uma década (Voll et al.,  
387 2001). Skora Neto (2001) encontrou uma população de 2000 plantas emergidas por  
388 hectare de papuã, após ter realizado por 10 anos a prevenção da produção de sementes  
389 nessa lavoura.

390 Os resultados permitem concluir que ocorre competição entre os híbridos de  
391 milho (Agroeste - AS 1551 PRO 2, Morgan - MG 300 PW, Nidera - NS 92 PRO e  
392 Syngenta - Velox TL) com o papuã, sendo afetados negativamente, independentemente  
393 da proporção de plantas, provocando reduções na AF e MS das espécies. A competição  
394 interespecífica causa menores prejuízos a AF e a MS das espécies do que a competição  
395 intraespecífica. Ocorre basicamente a competição pelos mesmos recursos do meio entre  
396 o milho com o papuã. Ao se comparar as espécies entre si, o milho foi mais competitivo  
397 do que o papuã. Em populações elevadas de papuã há necessidade de se efetuar o  
398 manejo para evitar o efeito negativo no crescimento do milho.

399

400

#### **AGRADECIMENTOS**

401 Ao CNPq, à FAPERGS e ao FINEP pelo auxílio financeiro à pesquisa e pelas  
402 concessões de bolsas.

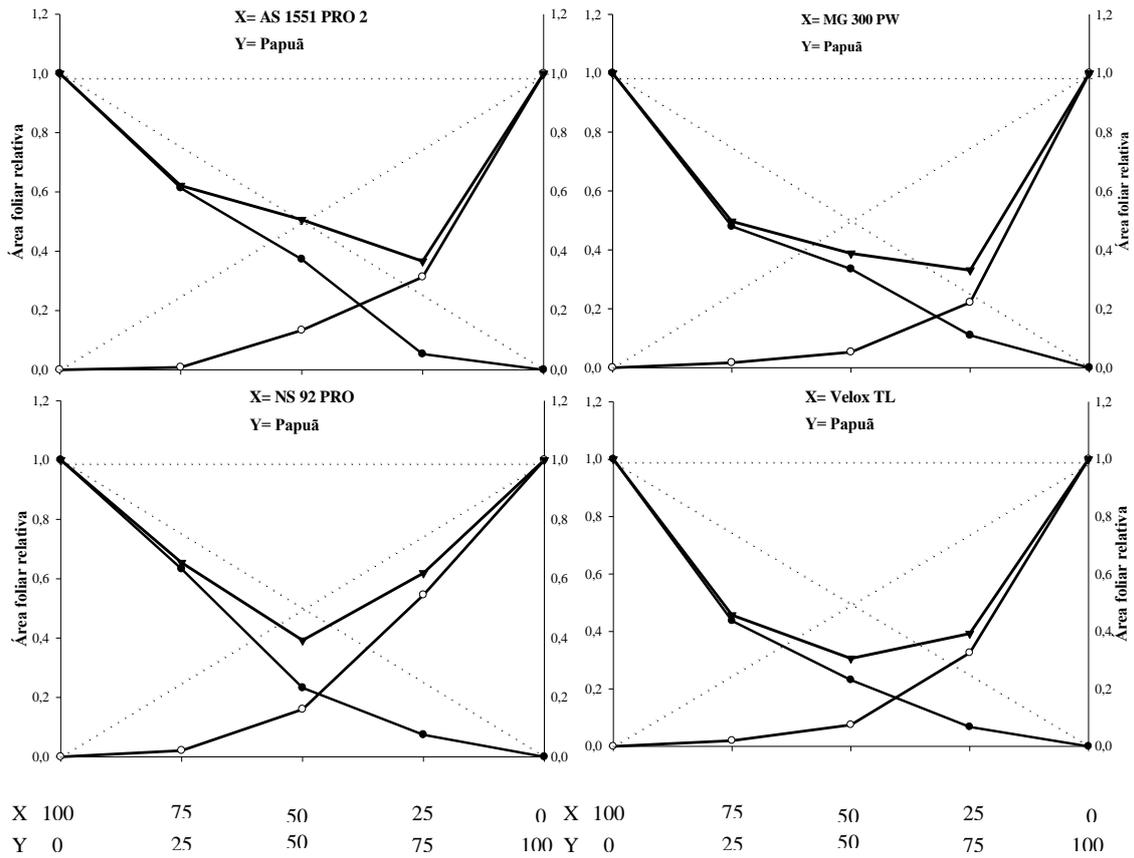
403

## REFERÊNCIAS

- 404  
405 Agostinetto D. et al. Habilidade competitiva relativa de milhã em convivência com  
406 arroz irrigado e soja. **Pesq. agropec. bras.** 2013; 48:1315-1322. .
- 407 Agostinetto D. et al. Competitividade relativa da soja em convivência com papuã  
408 (*Brachiaria plantaginea*). **Sci Agr.** 2009;10:185- 90.
- 409 Almeida L.A., Mundstock C.M. A qualidade da luz afeta o Perfilhamento em plantas de  
410 trigo, quando cultivadas sob competição. **Cienc. Rural.** 2001; 31:401-408.
- 411 Bianchi M.A. et al. Proporção entre plantas de soja e plantas competidoras e as relações  
412 de interferência mútua. **Cienc. Rural.** 2006; 36:1380-1387.
- 413 Brito A.H. et al. Reação de híbridos de milho e comparação de métodos para avaliação  
414 da Cercosporiose e Mancha Branca. **Trop Plant Path.** 2011; 36:35-41.
- 415 Christoffoleti P.J., Victória Filho, R. Efeitos da densidade e proporção de plantas de  
416 milho (*Zea mays* L.) e caruru (*Amaranthus retroflexus* L.) em competição. **Planta**  
417 **Daninha.** 1996; 14:42-47.
- 418 Conab – Companhia Nacional de Abastecimento. Acompanhamento da safra brasileira,  
419 V. 5 - Safra 2017/18- N° 4 - **Quarto levantamento – janeiro de 2018.** [Acesso em 05  
420 de fev de 2018]. Disponível em:  
421 [http://www.conab.gov.br/arquivos/18\\_01\\_11\\_14\\_17\\_49\\_graos\\_4o\\_levantamento.pdf](http://www.conab.gov.br/arquivos/18_01_11_14_17_49_graos_4o_levantamento.pdf).
- 422 Costa L.O., Rizzardi, M.A. Competitive ability of wheat in association with biotypes of  
423 *Raphanus raphanistrum* L. resistant and susceptible to ALS-inhibitor herbicides. **Ciênc.**  
424 **e agrotec.** 2015; 39:121-130.
- 425 Cousens R.; O'Neill M. Density dependence of replacement series experiments. **Oikos.**  
426 1993; 66:347-352.
- 427 Cousens R. Aspects of the design and interpretation of competition (interference)  
428 experiments. **Weed Technol.** 1991; 5:664-673.
- 429 Dias-Filho M. B. Competição e sucessão vegetal em pastagens. **Embrapa Amazônia**  
430 **Oriental.** 2006; Versão Eletrônica: 38.
- 431 Embrapa - Empresa brasileira de pesquisa agropecuária. **Sistema brasileiro de**  
432 **classificação de solos.** Embrapa Solos. 2013; 154.
- 433 Faria R.M. et al. Weed interference on growth and yield of transgenic maize. **Planta**  
434 **Daninha.** 2014; 32:515-520.
- 435 Ferreira E. A. et al. Distribuição de glyphosate e acúmulo de nutrientes em biótipos de  
436 azevém. **Planta Daninha.** 2008; 26:165-173.

- 437 Fleck N.G. et al. Suscetibilidade de três espécies de angiquinho (*Aeschynomene* spp.) a  
438 herbicidas de utilização em pós-emergência em arroz irrigado. **R. Bras. Agrociência.**  
439 2008; 14:462-470.
- 440 Forte, C.T. et al. Habilidade competitiva de cultivares de soja transgênica convivendo  
441 com plantas daninhas. **Agrária.** 2017; 12:185-193.
- 442 Galon, L. et al. Habilidade competitiva de cultivares de cevada convivendo com  
443 azevém. **Planta Daninha.** 2011; 29:771-781.
- 444 Galon L., Agostinetti D. Comparison of empirical models for predicting yield loss of  
445 irrigated rice (*Oryza sativa*) mixed with *Echinochloa* spp. **Crop Protection.** 2009;  
446 28:825-830.
- 447 Hoffman M.L., Buhler D.D. Utilizing Sorghum as a functional model of crop weed  
448 competition. I. Establishing a competitive hierarchy. **Weed Sci.** 2002; 50:466-472.
- 449 Jannink J. L. et al. Index selection for weed suppressive ability in soybean. **Crop Sci.**  
450 2000; 40:1087-1094.
- 451 Monquero P.A. et al. Métodos de levantamento da colonização de plantas daninhas. In:  
452 Monquero P.A. **Aspectos da biologia e manejo das plantas daninhas.** São Carlos:  
453 RiMa, 2014. p.27-103.
- 454 Moraes P.V.D. et al. Manejo de plantas de cobertura no controle de plantas daninhas e  
455 desempenho produtivo da cultura do milho. **Semina: Ciênc. Agrár.** 2013; 34:497-508.
- 456 Pantone D. J.; Baker J. B. Reciprocal yield analysis of red rice (*Oryza sativa*)  
457 competition in cultivated rice. **Weed Sci.** 1991; 39:42-47.
- 458 Radosevich S.R. Methods to study interactions among crops and weeds. **Weed**  
459 **Technol.** 1987; 1:190-198.
- 460 Rigoli R.P. et al. Habilidade competitiva relativa do trigo (*Triticum aestivum*) em  
461 convivência com azevém (*Lolium multiflorum*) ou nabo (*Raphanus raphanistrum*).  
462 **Planta Daninha.** 2008; 26:93-100.
- 463 ROLAS - Rede Oficial de Análise de Solo e de Tecido Vegetal. **Manual de adubação e**  
464 **calagem para os estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina.** Porto Alegre: Soc  
465 Brasil Ciênc Solo, 2004. p.400.
- 466 Roush M.L. et al. A comparison of methods for measuring effects of density and  
467 proporcion in plant competition experiments. **Weed Sci.** 1989; 37:268- 275.
- 468 Rubin, R.S et al. Habilidade competitiva relativa de arroz irrigado com arroz-vermelho  
469 suscetível ou resistente ao herbicida imazapyr + imazapic. **Arq Instit Biol.** 2014;  
470 81:173-179.

- 471 Skora Neto F. Efeito da prevenção de produção de sementes pelas plantas daninhas e da  
472 aplicação de herbicida em jato dirigido na densidade de infestação na cultura do milho  
473 em anos sucessivos. **Planta Daninha**. 2001; 19:1-10.
- 474 Usda – united states department of agriculture. **World Agric Cult Produc**. [Acesso em  
475 05 de fev de 2018]. Disponível em:  
476 <https://www.usda.gov/oce/commodity/wasde/latest.pdf>.
- 477 Velho G.F. et al. Interferência de *Brachiaria plantaginea* com a cultura do arroz, cv.  
478 Primavera. **Planta Daninha**. 2012; 30:17-26.
- 479 Vida F.B.P. et al. Relating rice traits to weed competitiveness and yield: A path  
480 analysis. **Weed Sci**. 2006; 54:1122-1131.
- 481 Vidal R. A.; Merotto Jr. A. Inicialismo. In: VIDAL, R. (Ed). **Interação negativa entre**  
482 **plantas: inicialismo, alelopatia e competição**. Porto Alegre: Evangraf, 2010: 33-49.
- 483 Vilá M. et al. Competition experiments on alien weeds with crops: Lessons for  
484 measuring plant invasion impact?. **Biological Invasions**. 2004; 6:59-69.
- 485 Voll E. et al. Dinâmica do banco de sementes de plantas daninhas sob diferentes  
486 manejos de solo. **Planta Daninha**. 2001; 19:171-178.
- 487 Wandscheer A.C.D., Rizzardi, M.A. Interference of soybean and corn with *Chloris*  
488 *distichophylla*. **Ciênc. e Agrotec**. 2013; 37:306-312.
- 489 Wandscheer A.C.D. et al. Capacidade competitiva da cultura do milho em relação ao  
490 capim-sudão. **Rev Brasileira de Milho Sorgo**. 2014; 13:129-141.
- 491 Wang C. et al. Systematic Comparison of C3 and C4 Plants Based on Metabolic  
492 Network Analysis. **BMC Systems Biology** . 2018; 6:1-14.
- 493 Wu W. et al. Sensitivity analysis of crop growth models to multi-temporal scale solar  
494 radiation. **Trans Chin Soc Agricult Eng**. 2012;28: 123-128.
- 495 Zanine A. M.; Santos E. M. Competição entre espécies de plantas - uma revisão. **Rev**  
496 **Faculdade Zootec. Vet. Agronomia**. 2004;11:10-30.



497

498

499

500

Proporção competitiva entre cultura: planta daninha (%)      Proporção competitiva entre cultura: planta daninha (%)

501

**Figura 1.** Produtividade relativa (PR) para área foliar relativa das plantas de milho (●),

502

papuã (○), e produtividade relativa total (PRT) da comunidade (▲) em função da

503

proporção de plantas (milho: papuã). Linhas tracejadas representam os valores

504

esperados, na ausência de competição, e linhas sólidas os valores observados quando

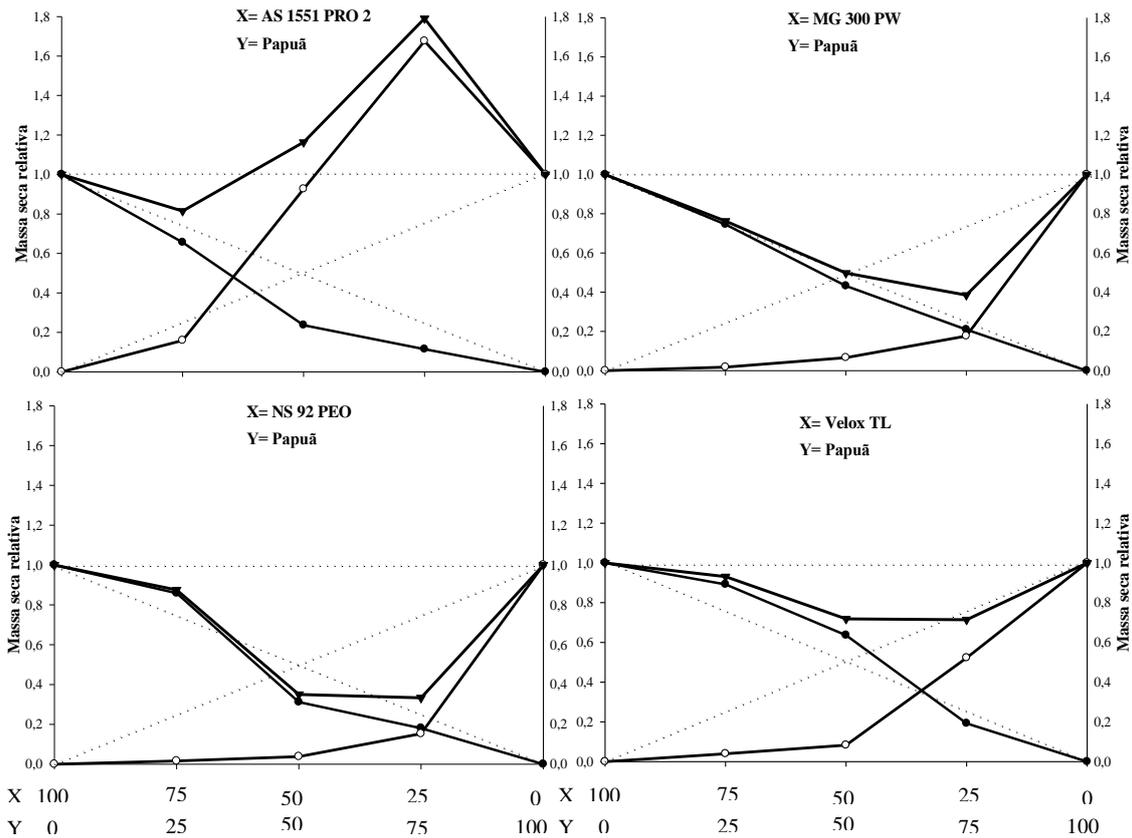
505

as espécies competiram em diferentes proporções de plantas.

506

507

508



511                    **Proporção competitiva entre cultura: planta daninha (%)**    **Proporção competitiva entre cultura: planta daninha (%)**

512  
 513 **Figura 2.** Produtividade relativa (PR) para massa seca relativa das plantas milho (●),  
 514 papuã (○), e produtividade relativa total (PRT) da comunidade (▲) em função da  
 515 proporção de plantas (milho: papuã). Linhas tracejadas representam os valores  
 516 esperados, na ausência de competição, e linhas sólidas os valores observados quando  
 517 as espécies competiram em diferentes proporções de plantas.

518  
 519  
 520  
 521  
 522  
 523  
 524  
 525  
 526  
 527

528 **Tabela 1.** Diferenças relativas para as variáveis área foliar e massa seca da parte aérea  
 529 de híbridos de milho (Agroeste - AS 1551 PRO 2, Morgan - MG 300 PW, Nidera -  
 530 NS 92 PRO e Syngenta – Velox TL) ou de papuã (*Urochloa plantaginea*), aos 50  
 531 dias após a emergência.

Variáveis	Proporções de plantas associadas (milho: papuã)		
	75:25	50:50	25:75
<b>Área foliar</b>			
AS 1551 PRO 2	-0,14 ( $\pm 0,05$ )	-0,13 ( $\pm 0,02$ )*	-0,20 ( $\pm 0,01$ )*
Papuã	-0,24 ( $\pm 0,001$ )*	-0,37 ( $\pm 0,03$ )*	-0,44 ( $\pm 0,17$ )
<i>Total</i>	<i>0,62 (<math>\pm 0,06</math>)*</i>	<i>0,51 (<math>\pm 0,04</math>)*</i>	<i>0,37 (<math>\pm 0,18</math>)</i>
MG 300 PW	-0,27 ( $\pm 0,03$ )*	-0,17 ( $\pm 0,05$ )	-0,14 ( $\pm 0,01$ )*
Papuã	-0,23 ( $\pm 0,001$ )*	-0,45 ( $\pm 0,001$ )*	-0,53 ( $\pm 0,001$ )*
<i>Total</i>	<i>0,50 (<math>\pm 0,03</math>)*</i>	<i>0,39 (<math>\pm 0,05</math>)*</i>	<i>0,33 (<math>\pm 0,01</math>)*</i>
NS 92 PRO	-0,12 ( $\pm 0,01$ )*	-0,27 ( $\pm 0,02$ )*	-0,18 ( $\pm 0,001$ )*
Papuã	-0,23 ( $\pm 0,001$ )*	-0,34 ( $\pm 0,01$ )*	-0,20 ( $\pm 0,04$ )*
<i>Total</i>	<i>0,65 (<math>\pm 0,01</math>)*</i>	<i>0,39 (<math>\pm 0,02</math>)*</i>	<i>0,62 (<math>\pm 0,04</math>)*</i>
Velox TL	-0,31 ( $\pm 0,03$ )*	-0,27 ( $\pm 0,02$ )*	-0,18 ( $\pm 0,001$ )*
Papuã	-0,23 ( $\pm 0,001$ )*	-0,43 ( $\pm 0,001$ )*	-0,42 ( $\pm 0,001$ )*
<i>Total</i>	<i>0,46 (<math>\pm 0,03</math>)*</i>	<i>0,31 (<math>\pm 0,02</math>)*</i>	<i>0,39 (<math>\pm 0,01</math>)*</i>
<b>Massa seca</b>			
AS 1551 PRO 2	-0,09 ( $\pm 0,03$ )	-0,26 ( $\pm 0,06$ )*	-0,14 ( $\pm 0,001$ )*
Papuã	-0,09 ( $\pm 0,04$ )	0,43 ( $\pm 0,22$ )	0,93 ( $\pm 0,46$ )
<i>Total</i>	<i>0,82 (<math>\pm 0,04</math>)*</i>	<i>1,16 (<math>\pm 0,19</math>)</i>	<i>1,79 (<math>\pm 0,46</math>)</i>
MG 300 PW	-0,005 ( $\pm 0,05$ )	-0,07 ( $\pm 0,02$ )	-0,04 ( $\pm 0,001$ )*
Papuã	-0,23 ( $\pm 0,001$ )*	-0,43 ( $\pm 0,001$ )*	-0,57 ( $\pm 0,01$ )*
<i>Total</i>	<i>0,76 (<math>\pm 0,05</math>)*</i>	<i>0,50 (<math>\pm 0,02</math>)*</i>	<i>0,39 (<math>\pm 0,01</math>)*</i>
NS 92 PRO	0,11 ( $\pm 0,04$ )	-0,19 ( $\pm 0,03$ )*	-0,07 ( $\pm 0,001$ )*
Papuã	-0,23 ( $\pm 0,001$ )*	-0,46 ( $\pm 0,001$ )*	-0,60 ( $\pm 0,01$ )*
<i>Total</i>	<i>0,87 (<math>\pm 0,04</math>)</i>	<i>0,35 (<math>\pm 0,03</math>)*</i>	<i>0,33 (<math>\pm 0,02</math>)*</i>
Velox TL	0,14 ( $\pm 0,02$ )*	0,14 ( $\pm 0,02$ )*	-0,06 ( $\pm 0,001$ )*
Papuã	-0,21 ( $\pm 0,001$ )*	-0,42 ( $\pm 0,001$ )*	-0,23 ( $\pm 0,02$ )*
<i>Total</i>	<i>0,93 (<math>\pm 0,02</math>)</i>	<i>0,72 (<math>\pm 0,02</math>)*</i>	<i>0,71 (<math>\pm 0,02</math>)*</i>

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

534 **Tabela 2.** Diferenças entre plantas associadas ou não de híbridos de milho (Agroeste -  
 535 AS 1551 PRO 2, Morgan - MG 300 PW, Nidera - NS 92 PRO e Syngenta – Velox  
 536 TL) e de papuã (*Urochloa plantaginea*) para as variáveis área foliar e massa seca da  
 537 parte aérea, aos 50 dias após a emergência das plantas.

Proporção de plantas	Híbridos de milho			
	AS 1551 PRO 2	MG 300 PW	NS 92 PRO	Velox TL
<b>Milho: papuã</b>	Área foliar (cm <sup>2</sup> vaso <sup>-1</sup> )			
100:0 (T)	2272,74	2087,98	2522,06	2838,09
75:25	1858,51	1336,51*	2127,61	1653,00*
50:50	1695,50*	1397,86*	1172,09*	1311,54*
25:75	473,78*	917,22*	747,34*	764,36*
CV (%)	12,77	16,10	14,21	8,93
<b>Papuã: milho</b>	Área foliar (cm <sup>2</sup> vaso <sup>-1</sup> )			
100:0 (T)	4347,39	1803,87	3497,46	3730,65
75:25	1814,91	532,35*	2542,41*	1618,01*
50:50	1160,46*	191,68*	1119,14*	556,34*
25:75	144,77*	119,91*	295,93*	297,21*
CV (%)	59,81	11,17	10,31	3,37
Proporção de plantas	Híbridos de milho			
	AS 1551 PRO 2	MG 300 PW	NS 92 PRO	Velox TL
<b>Milho: papuã</b>	Massa seca da parte aérea (g vaso <sup>-1</sup> )			
100:0 (T)	29,46	22,97	31,56	35,32
75:25	25,77	22,84	36,14	41,99*
50:50	13,95*	19,84	19,69*	44,90*
25:75	13,50*	19,25*	22,77*	27,79*
CV (%)	18,18	7,39	8,69	7,16
<b>Papuã : milho</b>	Massa seca da parte aérea (g vaso <sup>-1</sup> )			
100:0 (T)	4,85	16,97	41,13	29,89
75:25	10,83	3,98*	8,39*	20,48*
50:50	8,99	2,23*	3,13*	4,99*

25:75	3,08	1,18*	2,65*	4,73*
CV (%)	46,62	8,26	15,96	11,93

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

539

540 **Tabela 3.** Índices de competitividade entre híbridos de milho (Agroeste - AS 1551 PRO  
541 2, Morgan - MG 300 PW, Nidera - NS 92 PRO e Syngenta – Velox TL) e papuã  
542 (*Urochloa plantaginea*), expressos por competitividade relativa (CR), coeficientes de  
543 agrupamentos relativos (K) e de agressividade (A), obtidos em experimentos  
544 conduzidos em séries substitutivas, aos 50 dias após a emergência.

Variável	CR	K <sub>x</sub>	K <sub>y</sub>	A
Área foliar				
AS 1551 PRO 2 x papuã	2,97 ( $\pm 0,46$ )*	0,60 ( $\pm 0,05$ )*	0,16 ( $\pm 0,03$ )*	0,24 ( $\pm 0,01$ )*
MG 300 PW x papuã	6,25 ( $\pm 0,67$ )*	0,52 ( $\pm 0,1$ )*	0,06 ( $\pm 0,002$ )*	0,28 ( $\pm 0,04$ )*
NS 92 PRO x papuã	1,45 ( $\pm 0,10$ )*	0,30 ( $\pm 0,03$ )*	0,19 ( $\pm 0,01$ )*	0,07 ( $\pm 0,02$ )*
Velox TL x papuã	3,10 ( $\pm 0,26$ )*	0,30 ( $\pm 0,03$ )*	0,08 ( $\pm 0,001$ )*	0,16 ( $\pm 0,02$ )*
Massa seca da parte área				
AS 1551 PRO 2 x papuã	0,31 ( $\pm 0,15$ )*	0,33 ( $\pm 0,10$ )	3,20 ( $\pm 0,5$ )	-0,69 ( $\pm 0,25$ )
MG 300 PW x papuã	6,56 ( $\pm 0,30$ )*	0,76 ( $\pm 0,06$ )*	0,07 ( $\pm 0,0009$ )*	0,37 ( $\pm 0,02$ )*
NS 92 PRO x papuã	8,49 ( $\pm 1,35$ )*	0,46 ( $\pm 0,06$ )*	0,04 ( $\pm 0,005$ )*	0,27 ( $\pm 0,03$ )*
Velox TL x papuã	7,71 ( $\pm 0,35$ )*	1,77 ( $\pm 0,18$ )*	0,09 ( $\pm 0,002$ )*	0,55 ( $\pm 0,02$ )*

545 \* Diferença significativa pelo teste t ( $p \leq 0,05$ ). Valores entre parênteses representam o erro-padrão da  
546 média. K<sub>x</sub> e K<sub>y</sub> são os coeficientes de agrupamento relativos dos híbridos de milho e do competidor  
547 papuã, respectivamente.

**ARTIGO 2**

O artigo formatado de acordo com as normas da Revista Planta Daninha, para posterior  
submissão a mesma.

**INTERFERÊNCIA E NÍVEL DE DANO ECONÔMICO DE PAPUÃ EM MILHO****INTERFERENCE AND LEVEL OF ECONOMIC DAMAGE OF  
ALEXANDERGRASS ON CORN**

**RESUMO:** No cultivo do milho ocorrem com frequências severas perdas de produtividade de grãos em função da interferência do papuã (*Urochloa plantaginea*) em função da elevada capacidade competitiva que essa planta daninha apresenta ao infestar a cultura. Desse modo objetivou-se com o trabalho avaliar a interferência e determinar o nível de dano econômico de papuã infestante da cultura do milho. Os tratamentos foram compostos por densidades de milho (2,60; 3,10; 3,65; 4,00 e 4,80 plantas m<sup>-1</sup>) e dez populações de papuã para cada densidade de semeadura da cultura. Avaliou-se as variáveis; população de plantas, área foliar, cobertura de solo e massa seca da parte aérea de papuã como indicador de infestação. A massa seca da parte aérea do papuã apresenta melhor ajuste ao modelo da hipérbole retangular, e as perdas de produtividade de grãos, devido à interferência da planta daninha estimadas satisfatoriamente por esse modelo. A semeadura das densidades de milho de 2,60; 3,10 e 3,65 plantas m<sup>-1</sup> na média de todas as variáveis avaliadas foram as mais competitivas do que as demais na presença do papuã. A semeadura das densidades 2,60; 3,10 e 3,65 plantas m<sup>-1</sup> aumentam o nível de dano econômico, justificando a adoção de medidas de controle do papuã nas populações mais elevadas. O aumento na produtividade de grãos, no preço do milho, na eficiência do herbicida e a redução no custo de controle diminuem os valores do nível de dano econômico, justificando a adoção de medidas de controle em baixas populações de papuã.

**Palavras-chave:** *Urochloa plantaginea*. *Zea mays*. Habilidade competitiva.

**ABSTRACT** – In the corn crop, losses of grain yield due to the interference of the alexandergrass (*Urochloa plantaginea*) occurs frequently due to the high competitive capacity that this weed presents when infesting the crop. The objective of this work was

33 to evaluate the interference and to determine the level of economic damage of the weed  
34 when infesting the corn crop. The treatments were composed of corn densities of (2.60,  
35 3.10, 3.65, 4.00 and 4.80 plants m<sup>-1</sup>) and ten alexandergrass populations for each crop  
36 seeding density. The variables population of plants, leaf area, soil cover and dry mass of  
37 the aerial part of the alexandergrass were evaluated as indicator of infestation. The dry  
38 mass of the alexandergrass aerial part presents better adjustment to the model of  
39 rectangular hyperbole, and the losses of grain yield, due to the interference of the weed  
40 were satisfactorily estimated by this model. The corn sowing densities of 2.60; 3,10 and  
41 3,65 plants m<sup>-1</sup> in average, were more competitive of all evaluated variables in the  
42 presence of alexandergrass. The corn densities of 2.60; 3,10 and 3,65 plants m<sup>-1</sup> increase  
43 the level of economic damage, justifying the adoption of control measures of the  
44 alexandergrass in the higher populations. The increase in grain yield, corn price,  
45 herbicide efficiency, and reduction in control costs reduce the level of economic  
46 damage, justifying the adoption of control measures in low alexandergrass populations.  
47 **Keywords:** *Urochloa plantaginea*. *Zea mays*. Competitive ability.

48

49

## INTRODUÇÃO

50

Além de ser um dos cereais mais cultivados do mundo (CONAB, 2018), o milho  
51 (*Zea mays* L.) é uma das principais culturas que compõe a balança comercial brasileira.  
52 Atualmente, o Brasil é o terceiro maior produtor mundial, com área de  
53 aproximadamente 15,2 milhões de hectares cultivados e produção total de  
54 aproximadamente 99,85 milhões de toneladas (USDA, 2018), destacando o país como  
55 um importante produtor desse cereal.

56

A produtividade e o desempenho agrônômico do milho pode ser comprometida  
57 por diversos fatores, dentre eles destaca-se a competição inicial com as plantas  
58 daninhas, que quando não controladas ocasionam interferência direta no  
59 desenvolvimento do milho, pois competem por luz, água e nutrientes que são recursos  
60 imprescindíveis as plantas de milho, reduzindo assim a disponibilidade dos mesmos  
61 para a cultura e conseqüentemente a produtividade de grãos (Vidal e Merotto, 2010;  
62 Monquero, 2014).

63

Segundo Balbinot et al. (2009), a interferência das plantas daninhas com o milho  
64 pode ocasionar redução no seu crescimento e desenvolvimento, além da produtividade  
65 de grãos, podendo inviabilizar economicamente a lavoura. Dentre as plantas daninhas  
66 que infestam o milho destaca-se o papuã (*Urochloa plantaginea*), que aparece em várias

67 regiões tropicais e subtropicais no mundo infestando diversas culturas. É relatada como  
68 uma planta daninha nociva nos Estados Unidos da América, Brasil, Paraguai, Argentina  
69 e outros países (Ars, 2018). O papuã quando não controlado afeta negativamente os  
70 componentes de rendimento e a produtividade de grãos do milho quando em  
71 competição com a cultura (Galon et al., 2010; Dan et al., 2010), além de em muitas  
72 situações serem hospedeiras de insetos e doenças.

73 Quando não controlado, o papuã pode ocasionar redução da produtividade de  
74 grãos em lavouras de milho de até 90% (Vidal et al., 2004). Nas condições de cultivos  
75 da região sul do Brasil, é uma das principais plantas daninhas infestantes em lavouras de  
76 milho. Convém destacar que determinadas plantas daninhas, mesmo que em baixas  
77 populações podem diminuir drasticamente a produtividade do milho, como é o caso do  
78 papuã que apresenta elevada habilidade competitiva quando infesta essa cultura (Galon  
79 et al., 2008). Devido aos prejuízos que ocasiona à cultura do milho, medidas de controle  
80 precisam ser tomadas, sendo o método químico o mais utilizado, pela facilidade,  
81 eficácia e baixo custo quando comparado com outros métodos de controle (Timossi e  
82 Freitas, 2011).

83 Fatores como o espaçamento e a densidade populacional utilizada podem alterar o  
84 surgimento de plantas daninhas e conseqüentemente a produtividade da cultura do  
85 milho. Por exemplo, mudança no espaçamento entre fileiras irá alterar o arranjo espacial  
86 das plantas na área, ou ainda, a seleção de genótipos que apresentem determinadas  
87 características morfofisiológicas, como elevada estatura e rápido crescimento inicial da  
88 planta, podendo elevar a competitividade com plantas daninhas (Balbinot et al., 2005).  
89 Além do espaçamento reduzido proporcionar maiores produtividades, o fato dos  
90 produtores poderem utilizar a mesma semeadora sem mudanças no espaçamento entre  
91 linhas para culturas do milho e da soja, fez com que muitos desses agricultores da  
92 região sul do país utilizassem os espaçamentos de 45 ou 50 cm, para semeadura do  
93 milho (Gilo et al., 2011; Nascimento et al., 2012). Outro motivo a contribuir foi o  
94 advento das indústrias de máquinas e implementos agrícolas no desenvolvimento de  
95 plataformas para colheita de milho cultivado em espaçamentos reduzidos (Silva et al.,  
96 2008).

97 Trabalho realizado por Demétrio et al. (2008), testando três espaçamentos (0,40;  
98 0,60 e 0,80 m) e quatro densidades (30, 50, 70 e 90 mil plantas ha<sup>-1</sup> de milho), chegaram  
99 à conclusão que a produtividade do milho aumenta com a redução no espaçamento entre  
100 linhas e que o incremento na densidade eleva a altura de plantas e a inserção da primeira

101 espiga, mas reduz o número de grãos por espiga. Todavia, o melhor arranjo de plantas  
102 de milho para os híbridos testados (P30K73 e P30F80) foi o espaçamento de 0,40 m nas  
103 entre linhas numa população de 70 mil plantas ha<sup>-1</sup>. Esses fatores podem se justificar  
104 pelo melhor aproveitamento de recursos disponíveis no ambiente, e por uma menor  
105 competição inicial pelas plantas daninhas com a cultura. Trabalho de Resende et al.  
106 (2003), ao avaliar espaçamentos de 0,45, 0,70 e 0,90 m e densidades de 55.000, 70.000  
107 e 90.000 plantas ha<sup>-1</sup>, também constataram aumento linear no rendimento de grãos com  
108 o aumento na densidade de semeadura, independentemente dos genótipos avaliados. Os  
109 aumentos no rendimento de grãos com o aumento na população de plantas também  
110 foram constatados nos trabalhos de Alvarez et al. (2006) e Silva et al. (2008).

111 Uma ferramenta que auxilia a tomada de decisão sobre quando controlar as  
112 plantas daninhas é o nível de dano econômico (NDE). Esse conceito preconiza que a  
113 aplicação de herbicidas ou de outros métodos de controle somente se justifica caso os  
114 prejuízos causados pelas plantas daninhas sejam superiores ao custo da medida de  
115 controle utilizada (Agostinetto et al., 2005; Galon et al., 2007b). Quando existem  
116 elevadas populações de plantas daninhas competindo com as culturas, a tomada de  
117 decisão de controle pelos produtores fica facilitada, no entanto, quando as plantas  
118 daninhas aparecem em baixas densidades populacionais, a adoção de medidas para  
119 controlá-las torna-se difícil em virtude de se quantificar as vantagens econômicas  
120 associadas ao custo do controle (Agostinetto et al., 2010).

121 Nas lavouras, a população das plantas cultivadas geralmente é constante, ao passo  
122 que a população das plantas daninhas varia de acordo com o banco de sementes do solo,  
123 com as condições ambientais e que alteram o nível de infestação (Galon et al., 2011;  
124 Agostinetto et al., 2013). Conhecer a capacidade de interferência das plantas daninhas  
125 sobre a cultura da qual se tem interesse, é extremamente importante na tomada de  
126 decisão de qual método de controle a se adotar. De posse dessa informação, conhecendo  
127 o preço do produto colhido, o custo do controle e o rendimento estimado da cultura, será  
128 possível determinar o nível de dano econômico (NDE) das plantas daninhas, ou seja, a  
129 densidade dessas cujas interferências sobre a cultura superará o custo do controle  
130 (Radosevich et al., 2007).

131 O NDE permite que o produtor tome a decisão de realizar o controle químico das  
132 plantas daninhas com herbicidas somente quando a decisão da entrada com produtos na  
133 área for lucrativa. Outros fatores relacionados a práticas culturais devem ser adotados  
134 junto ao NDE, como uso de híbridos de milho com maior potencial competitivo,

135 densidade de semeadura e espaçamento entre linhas por exemplo, isso influencia  
136 diretamente na densidade das plantas daninhas na lavoura.

137 Os modelos matemáticos têm sido utilizados para estimativa das perdas de  
138 produtividade das culturas devido à presença de plantas daninhas (Rizzardi et al., 2003;  
139 Fleck et al., 2004). A relação hiperbólica entre produtividade de grãos e população de  
140 plantas daninhas foi descrita, inicialmente, por Cousens (1985). Este autor ajustou um  
141 modelo empírico (modelo da hipérbole retangular) para prever a perda de  
142 produtividade como função da população de plantas daninhas, obtendo resultados que  
143 demonstraram a superioridade deste modelo sobre outros. O modelo da hipérbole  
144 retangular baseia-se na relação não linear entre a percentagem de perda de  
145 produtividade por interferência, em relação à testemunha livre de infestação, e a  
146 população de plantas daninhas (Cousens, 1985). Ele incorpora os parâmetros “i” que  
147 representa a perda de produção causada pela adição da primeira planta daninha e o “a”  
148 que demonstra a perda de produção quando a densidade de plantas daninhas tende ao  
149 infinito. O significado biológico do modelo mostra que o efeito de competição de cada  
150 planta daninha adicionada à cultura diminui quando a população de plantas daninhas  
151 aumenta, em decorrência da competição intraespecífica (Fleck et al., 2007).

152 A hipótese do trabalho é que ocorre diferenciação na habilidade competitiva e do  
153 nível de dano econômico de acordo com o cultivo de diferentes densidades do híbrido  
154 de milho Syngenta Status Vip 3 em convivência com populações de papuã. Com isso o  
155 objetivo do trabalho foi determinar o grau de interferência e o nível de dano econômico  
156 de populações de papuã competindo com o híbrido de milho Syngenta Status Vip 3, em  
157 função de densidades populacionais da cultura.

158

## 159 MATERIAL E MÉTODOS

160 O experimento foi conduzido a campo na área experimental da Universidade  
161 Federal da Fronteira Sul (UFFS), campus Erechim/RS de novembro de 2016 a abril de  
162 2017. O híbrido de milho utilizado foi o Syngenta Status, com biotecnologia Viptera 3.  
163 A semeadura do milho foi efetuada em sistema de plantio direto na palha, sendo que 30  
164 dias antes dessa operação efetuou-se a dessecação da vegetação com o herbicida  
165 glyphosate ( $3,0 \text{ L ha}^{-1}$ ) seguido de uma aplicação de paraquat + diuron ( $2,0 \text{ L ha}^{-1}$ ) aos  
166 10 dias após a primeira aplicação.

167 A correção da fertilidade do solo foi efetuada de acordo com a análise química e  
168 seguindo-se as recomendações de adubação para a cultura do milho (ROLAS, 2004). A

169 adubação química no sulco de semeadura foi de 327 kg ha<sup>-1</sup> da fórmula 05-30-15 de N-  
170 P-K e a aplicação de nitrogênio em cobertura foi realizada em dois momentos, no  
171 estádio V5 e V8 da cultura, na dose de 90 kg ha<sup>-1</sup> de N em cada estádio.

172 O delineamento experimental adotado foi o completamente casualizado, sem  
173 repetição. Nesta pesquisa, as diferentes populações de papuã funcionaram como  
174 repetições, proporcionando a variância necessária para as análises estatísticas pelo  
175 modelo não-linear proposto por Cousens (1985). Cada unidade experimental (parcela)  
176 compreendeu área de 15,0 m<sup>2</sup> (5,0 x 3,0 m), semeados com 6 linhas da cultura, em  
177 espaçamento de 0,45 m. Os tratamentos englobaram cinco densidades de milho: 57.777,  
178 68.888, 81.110, 88.888 e 106.665 plantas de milho por hectare (2,60; 3,10; 3,65; 4,00 e  
179 4,80 plantas por metro linear, respectivamente) e populações de papuã. As populações  
180 de papuã foram de: 0, 18, 20, 34, 50, 52, 56, 64, 170 e 228; 0, 38, 46, 54, 72, 88, 108,  
181 152, 236 e 272; 0, 14, 26, 30, 34, 36, 40, 150, 202 e 220; 0, 8, 14, 32, 34, 34, 56, 124,  
182 160 e 220 e 0, 16, 22, 56, 60, 78, 88, 94, 188 e 240 plantas m<sup>-2</sup>, para as densidades de  
183 2,60; 3,10; 3,65; 4,00 e 4,80 plantas por metro linear de milho, respectivamente,  
184 perfazendo um total de 50 unidades experimentais.

185 A população da espécie competidora foi estabelecida a partir do banco de  
186 sementes do solo, pela aplicação do herbicida amonio glufosinato (Finale<sup>®</sup> - 2,0 L ha<sup>-1</sup>)  
187 + adjuvante (Aureo<sup>®</sup> - 0,5 L ha<sup>-1</sup>), quando a cultura se encontrava nos estádios  
188 fenológicos V3 a V<sub>4</sub> (20 dias após a emergência - DAE) e a planta daninha no estádio  
189 de 2 a 3 folhas. A época foi escolhida em razão de ser a mais adequada para aplicação  
190 de herbicidas em pós-emergência. As plantas de papuã objeto de estudo foram  
191 protegidas com copos e baldes plásticos, para que não sofressem injúrias do herbicida.  
192 A aplicação foi realizada com a utilização de um pulverizador costal de precisão,  
193 pressurizado a CO<sub>2</sub>, equipado com quatro pontas de pulverização do tipo leque DG  
194 110.02, mantendo-se pressão constante de 210 kPa e velocidade de deslocamento de 3,6  
195 km h<sup>-1</sup>, o que proporcionou a vazão de 150 L ha<sup>-1</sup> de calda de herbicida.

196 A quantificação da população de plantas (PP) de papuã, área foliar (AF),  
197 cobertura do solo (CS) e massa seca da parte aérea (MS), foi realizada aos 75 dias após  
198 a semeadura da cultura. Para determinação da variável PP, foram realizadas contagens  
199 das plantas presentes em duas áreas de 0,25 m<sup>2</sup> (0,5 x 0,5 m) por parcela. A CS por  
200 plantas de papuã foi avaliada visualmente, de modo individual por dois avaliadores,  
201 utilizando-se escala percentual, na qual a nota zero corresponde à ausência de cobertura  
202 e a nota 100 representa cobertura total do solo. Para a determinação da AF utilizou-se

203 medidor portátil de área foliar modelo CI-203 BioScience coletando-se as plantas no  
 204 centro de cada unidade experimental em área de 0,5 x 0,5 m (0,25 m<sup>2</sup>). Posteriormente a  
 205 aferição da AF alocou-se as folhas das plantas de papuã em sacos de papel *kraft*, sendo  
 206 submetidas à secagem em estufa de circulação forçada de ar, a temperatura de 72°C, até  
 207 se obter uniformidade para a determinação da MS da parte aérea.

208 A quantificação da produtividade de grãos do milho foi obtida pela colheita das  
 209 espigas em área útil de 3,0 m<sup>2</sup> de cada unidade experimental, quando o teor de umidade  
 210 dos grãos atingiu aproximadamente 20%. Após a pesagem dos grãos, foi determinada  
 211 sua umidade e, posteriormente, as massas foram uniformizadas para 13% de umidade  
 212 extrapolando-se os resultados para kg ha<sup>-1</sup>.

213 Com os dados da produtividade de grãos foram calculadas as perdas percentuais  
 214 em relação às parcelas mantidas sem infestação (testemunhas), de acordo com a  
 215 equação 01:

$$216 \quad Pp(\%) = \left( \frac{Ra-Rb}{Ra} \right) \times 100 \quad \text{Equação 01}$$

217 em que: Ra e Rb: produtividade da cultura sem ou com presença de papuã,  
 218 respectivamente.

219 Anteriormente à análise dos dados, os valores de MS (g m<sup>-2</sup>), CS (%) ou AF (cm<sup>2</sup>)  
 220 foram multiplicados por 100, dispensando-se assim o uso do fator de correção no  
 221 modelo (Agostinetto et al., 2010; Fleck, et al., 2004; Galon et al., 2007a).

222 As relações entre perdas percentuais de produtividade do milho cultivado, em  
 223 função das variáveis explicativas, foram calculadas separadamente para cada densidade  
 224 de semeadura, utilizando-se o modelo de regressão não linear derivada da hipérbole  
 225 retangular, proposta por Cousens em 1985, de acordo com a equação 02:

$$226 \quad Pp = (i * X) / (l + \left( \left( \frac{i}{a} \right) * X \right)) \quad \text{Equação 02}$$

227 em que: Pp = perda de produtividade (%); X = população de plantas (PP), massa seca da  
 228 parte aérea (MS), cobertura do solo (CS) ou área foliar (AF) do papuã; e *i* e *a* = perdas  
 229 de produtividade (%) por unidade de plantas de papuã quando o valor da variável se  
 230 aproxima de zero ou quando tende ao infinito, respectivamente.

231 O ajuste dos dados ao modelo foi realizado pelo procedimento *Proc Nlin* do  
 232 programa computacional SAS. Para o procedimento de cálculos, utilizou-se o método  
 233 de Gauss- Newton, o qual, por sucessivas interações, estima os valores dos parâmetros

234 nos quais a soma dos quadrados dos desvios das observações, em relação aos ajustados,  
235 é mínima.

236 O valor da estatística  $F$  ( $p \leq 0,05$ ) foi utilizado como critério de ajuste dos dados ao  
237 modelo. O critério de aceitação do ajuste dos dados ao modelo baseou-se no maior valor  
238 do coeficiente de determinação ( $R^2$ ) e no menor valor do quadrado médio do resíduo  
239 (QMR).

240 Para o cálculo do nível de dano econômico (NDE) utilizaram-se as estimativas do  
241 parâmetro  $i$  obtidas a partir da Equação 2 (Cousens, 1985), e a equação adaptada de  
242 Lindquist e Kropff (1996) - Equação 03:

$$243 \quad \text{NDE} = \frac{(Cc)}{(R * P * (\frac{i}{100}) * (\frac{H}{100}))} \quad (\text{Equação 03})$$

244 onde: NDE = nível de dano econômico (plantas  $m^{-2}$ );  $Cc$  = custo do controle (herbicida  
245 e aplicação terrestre tratorizada, em dólares  $ha^{-1}$ );  $R$  = produtividade de grãos do milho  
246 ( $kg\ ha^{-1}$ );  $P$  = preço do milho (dólares  $kg^{-1}$  de grãos);  $i$  = perda (%) de produtividade do  
247 milho por unidade de planta competidora quando o nível populacional se aproxima de  
248 zero e  $H$  = nível de eficiência do herbicida (%).

249 Para as variáveis  $Cc$ ,  $R$ ,  $P$  e  $H$  (Equação 3) foram estimados três valores. Assim,  
250 para o custo de controle ( $Cc$ ), considerou-se o preço médio de \$ 36,81  $ha^{-1}$  (400 g  $ha^{-1}$   
251 de amonio glufosinato + adjuvante), sendo o custo máximo e mínimo alterado em 25%,  
252 em relação ao custo médio. A produtividade de grãos de milho ( $R$ ) baseou-se na menor  
253 (3.786  $kg\ ha^{-1}$ ), média (4.426  $kg\ ha^{-1}$ ) e maior (5.291  $kg\ ha^{-1}$ ) produtividades obtidas no  
254 Brasil, nos últimos 10 anos (CONAB, 2017). O preço do produto ( $P$ ) foi estimado a  
255 partir do menor (\$ 6,00), médio (\$ 9,00) e maior (\$ 14,00) preços do milho pagos por  
256 saca de 60 kg, nos últimos 10 anos (Agrolink, 2017). Os valores para a eficiência do  
257 herbicida ( $H$ ) foram estabelecidos na ordem de 80, 90 e 100% de controle. Considerou-  
258 se como eficiente o controle igual ou superior a 80%, conforme metodologia proposta  
259 por SBCPD (1995).

260

261

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

262 As variáveis explicativas PP, AF, CS e MS do papuã, para todas as densidades de  
263 milho avaliadas, apresentaram valores da estatística  $F$  significativos (Figuras 1, 2, 3 ou  
264 4). Em todas as densidades de milho (2,60; 3,10; 3,65; 4,00 e 4,80 plantas  $m^{-1}$ ) o  
265 modelo da hipérbole retangular ajustou-se adequadamente aos dados apresentando

266 valores de  $R^2$  superiores a 0,58 e baixo QMR, o que caracteriza bom ajuste dos dados ao  
267 modelo. Faixas de precisão experimental com base em acurácia seletiva, evidenciam  
268 que a relação entre os coeficientes de variação genético e experimental, o valor do teste  
269 F para o efeito de cultivar, a herdabilidade, o coeficiente de determinação e o índice de  
270 diferenciação de Fasoulas (Fasoulas, 1983), têm sido propostas e apresentam  
271 propriedades favoráveis para a classificação dessa precisão, que consideram como  
272 moderados a bom os valores de  $R^2$  entre  $>0,5714$  e  $<0,6623$  (Cargnelutti Filho e Storck,  
273 2007).

274 Os resultados demonstram que os valores estimados para o parâmetro  $i$  tenderam a  
275 ser menores para as densidades de milho de 2,60; 3,10 e 3,65 plantas  $m^{-1}$  ao se comparar  
276 aos valores médios de todas as variáveis avaliadas - PP, AF, CS e MS (Figuras 1, 2, 3 e  
277 4). Nessa mesma comparação observou-se que a menor competitividade foi verificada  
278 para as densidades de 4,00 e 4,80 plantas  $m^{-1}$  do híbrido de milho Syngenta Status  
279 Viptera 3, as quais apresentaram as maiores perdas de produtividades de grãos em  
280 relação as demais densidades (Figuras 1, 2, 3 e 4). Alguns trabalhos têm relatado  
281 ocorrer diferenciação entre a semeadura de diferentes densidades de milho quanto a  
282 habilidade competitiva da cultura na presença de plantas daninhas, fato esse atribuído a  
283 competição que ocorre tanto intra quanto interespecífica entre as espécies envolvidas na  
284 comunidade (Balbinot et. al, 2005; Paes, 2006). Trabalho realizado por Flesch et. al  
285 (2004) ao diminuir o espaçamento e aumentar a população de diferentes híbridos de  
286 milho, verificaram que esta prática se mostrou efetiva no controle de plantas daninhas.  
287 Desse modo, em algumas situações, mesmo que a redução do espaçamento não resulte  
288 em aumento no rendimento de grãos, sua adoção pode justificar-se pelo aumento na  
289 competitividade da cultura com plantas daninhas devido a maior quantidade de radiação  
290 solar que o milho intercepta (Teasdale, 1995).

291 A menor competitividade das densidades de semeadura de 4,00 e 4,80 plantas  $m^{-1}$ ,  
292 ao se comparar com as densidades de 2,60; 3,10 e 3,65 plantas  $m^{-1}$  (Figuras 1, 2, 3 ou 4)  
293 pode ser decorrente de que ao se aumentar a densidades de plantas de milho inicia-se  
294 assim a competição por nutrientes, água e luz disponíveis no ambiente entre as plantas  
295 da própria cultura, ou seja, quanto mais indivíduos estiverem presentes numa área acima  
296 da quantidade recomendada para aquele híbrido torna-se prejudicial ao crescimento e  
297 desenvolvimento da espécie presente no local. Estudos recentes também têm mostrado  
298 respostas positivas ao aumento do rendimento de grãos do milho pelo incremento da  
299 população, com rendimentos atingindo um ponto máximo entre 70.000 e 80.000 plantas

300 ha<sup>-1</sup>, e declinando em populações mais altas (Resende et al. 2003; Dourado Neto et al.,  
301 2003; Gross et al, 2006; Alvarez et al, 2006; Kappes et al, 2011) o que corrobora com  
302 os resultados do presente estudo.

303 Ao se comparar as densidades de semeadura do milho para a variável PP, com  
304 base na perda unitária (*i*), observou-se perdas de produtividades de 0,54; 0,22; 0,65;  
305 1,99 e 1,02% para as densidades de 2,60; 3,10; 3,65; 4,00 e 4,80 plantas m<sup>-1</sup>,  
306 respectivamente (Figura 1). De acordo com Kappes et al (2011), mudanças no  
307 espaçamento entre as linhas de milho altera, principalmente, a competição  
308 intraespecífica. Independentemente do espaçamento utilizado, existe competição  
309 intraespecífica entre as raízes por nutrientes e água no solo, quando se reduz o  
310 espaçamento, a competição entre as plantas de milho na linha de semeadura também é  
311 reduzida (Nummer e Hentschke, 2006).

312 Ocorreu perda média de 1,25% da produtividade das densidades de milho estudas  
313 para a variável AF (5000 cm<sup>2</sup> m<sup>-2</sup>), sendo que a densidade de 2,60; 4,00 e 4,80 plantas  
314 m<sup>-1</sup> foram as que apresentaram as maiores perdas (1,35; 3,52 e 1,00%) ao se comparar  
315 com as demais que obtiveram as menores perdas. Ao se analisar o milho em relação a  
316 maior AF apresentada pelo papuã (30.000 cm<sup>2</sup> m<sup>-2</sup>) a mesma tendência que foi  
317 observada na comparação da menor AF (5.000 cm<sup>2</sup> m<sup>-2</sup>) ocorreu, ou seja, as densidades  
318 de 2,60; 4,00 e 4,80 plantas m<sup>-1</sup> continuaram a demonstrarem as maiores perdas, porém  
319 agora com porcentagens maiores de 5,47; 13,19 e 5,21%, respectivamente (Figura 2).  
320 Pode-se assim inferir que o grau de competição da planta daninha em relação ao milho,  
321 é influenciado pela área foliar, ou seja, quanto mais área foliar apresentar a planta  
322 daninha mais competitiva a mesma vai ser em relação a cultura, conforme constatado  
323 também por Galon et al. (2018) ao avaliarem a competição de sorgo sacarino com  
324 papuã. Esses autores observaram que à medida que o papuã apareceu em maior  
325 proporção de plantas do que o sorgo sacarino a planta daninha apresentou maior área  
326 foliar que a cultura e conseqüentemente maior habilidade competitiva, o que corrobora  
327 com os resultados encontrados no presente estudo. Outro trabalho realizado por Silva et  
328 al. (2011) mostrou que as plantas daninhas reduziram a área foliar, a massa seca da  
329 parte aérea, o sistema radicular e o rendimento de grãos de milho.

330 Os resultados para perda de produtividade das densidades de milho, em relação ao  
331 percentual de cobertura do solo (Figura 3), demonstram semelhança ao observado em  
332 relação população de plantas (Figura 1). Pode-se constatar que o milho semeado nas

333 maiores densidades (4,00 e 4,80 plantas m<sup>-1</sup>) apresentam as maiores reduções  
334 percentuais de produtividade quando o solo estava com 10% de cobertura de papuã.

335 Ao acumular 80 g m<sup>-2</sup> de massa seca o papuã ocasionou as maiores reduções da  
336 produtividade do milho que foram de 7,80 e 2,96%, respectivamente, para as densidades  
337 de semeadura de 4,00 e 4,80 plantas m<sup>-1</sup> (Figura 4). Esse resultado corrobora com os  
338 encontrados para a PP (Figura 1), AF (Figura 2) e CS (Figura 3) onde nessas duas  
339 densidades observou-se as maiores perdas de produtividade de grãos do milho.  
340 Carvalho et al. (2014) ao avaliarem a competição de milho com *Ipomoeae hederifolia*  
341 também constataram reduções no crescimento e no acúmulo de macronutrientes da  
342 cultura quando essas espécies foram mantidas em convivência, o que vem de encontro  
343 aos resultados do presente estudo.

344 Sendo o parâmetro *i* um índice usado para comparar a competitividade relativa  
345 entre espécies (Swinton et al., 1994), observaram-se valores diferenciados para as  
346 densidades de milho nas variáveis explicativas testadas (Figuras 1, 2, 3 e 4).

347 A comparação entre densidades de milho considerando o parâmetro *i*, na média  
348 das quatro variáveis explicativas (PP, CS, AF ou MS), demonstrou que a ordem de  
349 colocação, de modo geral, em relação a competitividade foi: 3,10 > 2,60 > 3,65 > 4,80 >  
350 4,00 (Figuras 1, 2, 3 e 4). As diferenças observadas entre os resultados das densidades  
351 devem-se em grande parte, ao melhor uso do espaço ou da disponibilidade dos recursos  
352 disponíveis no meio, ou a ocorrência de elevado erro-padrão na estimativa do parâmetro  
353 *i* podendo ser atribuído a variabilidade associada com experimentação de campo e/ou a  
354 plasticidade fenotípica da cultura (Dieleman et al., 1995). Trabalho realizado por Sangoi  
355 et al. (2000) sugere que há menor competição entre plantas dentro da linha por luz, água  
356 e nutrientes, devido à sua distribuição mais equidistante na área, aumentando assim a  
357 disponibilidade de carboidratos o que irá permitir que a planta forme maior número de  
358 grãos e com maior massa.

359 Observou-se que as variáveis explicativas apresentaram parâmetros *i*  
360 diferenciados nas densidades de milho avaliadas (Figuras 1, 2, 3 e 4), ou seja, ocorre  
361 diferenciação no grau de competição entre a cultura e a planta daninha de acordo com as  
362 densidades avaliadas. De modo similar, Nummer e Hentschke (2006) afirmam que a  
363 utilização de espaçamento reduzido se constitui numa prática de manejo de plantas  
364 daninhas na cultura do milho, e que além disso, em condições de reduzida  
365 luminosidade, baixa precipitação pluvial e deficiência de nutrientes, as plantas  
366 cultivadas em espaçamentos reduzidos podem apresentar maior aproveitamento dos

367 recursos limitados. Os autores relatam que isso ocorre, dentre outros fatores, pelas  
368 diferenças de capacidade competitiva que as densidades apresentam o que ocasiona  
369 menor perda de rendimento por indivíduo de planta daninha, o que corrobora com o  
370 resultado encontrado no presente trabalho, em que a densidade 3,10 plantas  $m^{-1}$   
371 apresentou a menor perda de produtividade, no entanto, foi uma das que demonstrou  
372 uma das menores produtividades de grãos (7,5 t  $ha^{-1}$ ) se comparada a 2,60; 3,65; 4,00 e  
373 4,80 plantas  $m^{-1}$  com produtividades de 7,8; 8,5; 7,8 e 6,9 t  $ha^{-1}$  respectivamente.

374 As estimativas do parâmetro  $a$ , independentemente da variável explicativa, foram  
375 todos inferiores a 100% (Figuras 1, 2, 3 e 4), demonstrando que foi possível simular  
376 adequadamente as perdas máximas de produtividade de grãos do milho com as  
377 populações utilizadas de papuã. Ressalta-se ainda que quanto maior for o potencial  
378 produtivo das culturas e se as condições de fertilidade do solo, de disponibilidade de  
379 água e de luminosidade forem adequadas, tem-se como consequência uma menor perda  
380 percentual diária causada por uma determinada espécie daninha (Kalsing e Vidal, 2013).

381 A comparação entre as variáveis explicativas para todas as densidades de milho  
382 avaliadas, em geral, demonstrou melhor ajuste ao modelo para as variáveis  
383 MS>CS>AF>PP, considerando os maiores valores médios do  $R^2$  e os menores valores  
384 médios do QMR (Figuras 1, 2, 3 e 4), evidenciando assim que a MS pode ser usada em  
385 substituição às demais variáveis para estimar as perdas de produtividades de grãos do  
386 milho.

387 A simulação dos valores de nível de dano econômico – NDE foi realizada  
388 utilizando-se a variável explicativa PP do papuã, em razão de ser a mais utilizada em  
389 experimentos com esse objetivo (Agostinetto et al., 2010; Vidal et al., 2010; Kalsing e  
390 Vidal, 2013; Galon et al., 2016) e também por ser de fácil determinação.

391 O êxito na implantação de sistemas de manejo de papuã infestante da cultura do  
392 milho pode decorrer da determinação na população que excede o NDE. Desse modo  
393 observou-se que as densidades de 2,60 e 3,10 plantas  $m^{-1}$  de milho apresentaram os  
394 maiores valores de NDE em todas as simulações realizadas, tendo variações de 5,91 a  
395 42,78 plantas  $m^{-2}$  (Figuras 5, 6, 7 e 8). Os menores valores de NDE foram obtidos com a  
396 as densidades de 4,00 e 4,80 plantas  $m^{-1}$  de milho, com variações de 1,58 à 9,37 plantas  
397  $m^{-2}$  (Figuras 5, 6, 7 e 8). A densidade de 3,65 plantas  $m^{-1}$  de milho ficou em patamar  
398 intermediários de NDE em comparação as demais densidades.

399 Na média de todas as densidades de milho e comparando-se a menor com a maior  
400 produtividade de grãos, observou-se diferença no NDE na ordem de 72% (Figura 5).

401 Assim sendo, quanto mais elevado for o potencial produtivo das densidades do milho,  
402 menor será a população de plantas de milho necessária para superar o NDE, tornando  
403 compensatória adoção de medidas de controle do papuã. Já Vidal et. al (2004) afirmam  
404 que o NDE de papuã em milho irrigado eleva-se à medida que diminui o preço da  
405 cultura aumentando o custo do controle; e o aumento do preço do milho reduz o  
406 impacto do custo de controle dessa planta daninha no retorno econômico da cultura.

407 O resultado médio de todas as densidades avaliadas, do maior contra o menor  
408 preço pago por saca de milho, foi verificado variação de 2,9 vezes no valor do NDE  
409 (Figura 6). Portanto, quanto menor for o preço pago a saca de milho, maior será a  
410 população necessária de papuã para ultrapassar o NDE e assim compensar o método de  
411 controle.

412 Em relação à eficiência do método químico de controle com uso de herbicida,  
413 observou-se que a eficiência média (90%) ao se comparar com a menor (80%) ou a  
414 maior (100%) tem-se alterações do NDE de 11 e 12%, respectivamente (Figura 7).  
415 Desse modo o nível de controle influencia o NDE, e, quanto mais elevada a eficiência  
416 do herbicida, menor o NDE (menor número de plantas de papuã  $m^{-2}$  necessárias para  
417 adotar medidas de controle). Esses resultados corroboram com os relatados por Galon et  
418 al. (2007b) e Agostinetti et al. (2010) ao trabalharem com a cultura do arroz em  
419 competição com o capim arroz, Kalsing e Vidal (2013) que estudaram o NDE de papuã  
420 infestante do feijão-comum e de Vidal et al (2004) que estudaram o NDE de papuã  
421 infestante em milho irrigado.

422 Em relação ao custo de controle do papuã em todas as densidades, observou-se  
423 que foi 60% menor o custo mínimo ao se comparar com o custo máximo. Assim quanto  
424 maior for o custo do método de controle, maiores são os NDE e mais plantas de papuã  
425  $m^{-2}$  são necessárias para justificar medidas de controle (Figura 8). O uso do NDE como  
426 uma ferramenta para o manejo de plantas daninhas deve ser associado com boas práticas  
427 agrícolas de manejos do milho, já que sua implantação somente se justifica nas lavouras  
428 que utilizem: rotação de culturas, arranjo adequado de plantas, uso de híbridos mais  
429 competitivos, épocas adequadas de semeadura, correção da fertilidade do solo, dentre  
430 outras.

431 Os resultados obtidos permitem concluir que o modelo de regressão não linear da  
432 hipérbole retangular estima adequadamente as perdas de produtividade de grãos de  
433 milho na presença de populações de papuã. A semeadura das densidades de milho de  
434 2,60; 3,10 e 3,65 plantas  $m^{-1}$  apresentam maior habilidade competitiva com o papuã do

435 que as densidades de 4,00 e 4,80 plantas m<sup>-1</sup>. Os valores de NDE variam de 1,58 a 9,37  
436 plantas m<sup>-2</sup> para as densidades de 4,00 e 4,80 plantas m<sup>-1</sup> de milho, as quais  
437 demonstraram menor competitividade com o papuã. Os maiores valores de NDE variam  
438 de 5,91 a 42,78 plantas m<sup>-2</sup>, para as densidades de 2,60; 3,10 e 3,65 plantas m<sup>-1</sup> as quais  
439 demonstraram as maiores competitividades com o papuã. Os NDE diminuem com o  
440 aumento; da produtividade de grãos, do preço da saca do milho, da eficiência do  
441 herbicida e com a redução no custo de controle do papuã, justificando a adoção de  
442 medidas de controle em menores populações da planta daninha.

443

#### 444 AGRACIAMENTOS

445 Ao CNPq, à FAPERGS e ao FINEP pelo auxílio financeiro à pesquisa e pelas  
446 concessões de bolsas.

447

#### 448 REFERÊNCIAS

449 Agrolink - **Cotações agropecuárias preço ao produtor do soja, milho, boi**. [Acesso  
450 em 15 dez 2017]. Disponível em: <https://www.agrolink.com.br/cotacoes/graos/>.

451 Alvarez C. G. D et al. Avaliação de características agrônômicas e de produção de  
452 forragem e grãos de milho em diferentes densidades de semeadura e espaçamentos entre  
453 linhas. **Ciênc. agrotec.** 2006; 30:402-408,.

454 Agostinetto D. et al. Níveis de dano econômico para decisão de controle de genótipo  
455 simulador de arroz-vermelho em arroz irrigado. **R bras. Agrociência.** 2005; 11:175-  
456 183.

457 Agostinetto D. et al. Interferência e nível de dano econômico de capim-arroz sobre o  
458 arroz em função do arranjo de plantas da cultura. **Planta Daninha.** 2010; 28:993-1003.

459 Agostinetto D. et al. Habilidade competitiva relativa de milhã em convivência com  
460 arroz irrigado e soja. **Pesq. agropec. bras.** 2013; 48:1315-1322.

461 Ars - **AGRICULTURAL RESEARCH SERVICE**. [Acesso em 06 jan 2018]:  
462 Disponível em: <http://www.ars-grin.gov/cgi-bin/npgs/html/taxon.pl?401375>.

463 Balbinot JR. A.A. et al. Weed management in the corn crop through plant spatial  
464 arrangement and characteristics of genotypes. **Ciênc. Rural.** 2005; 35:245-252.

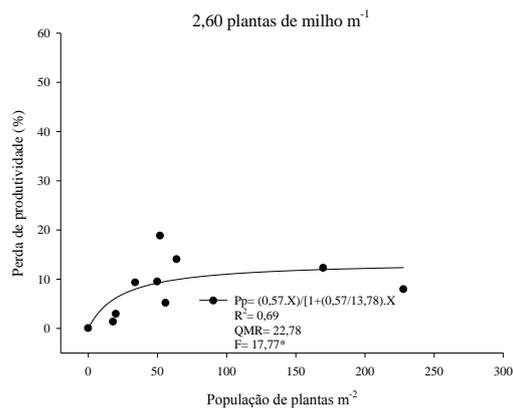
465 Balbinot JR. A.A. et al. Integração lavoura-pecuária: intensificação de uso de áreas  
466 agrícolas. **Ciênc. Rural.** 2009;39:1925-1933.

467 Cargnelutti Filho A., Storck L. Estatísticas de avaliação da precisão experimental em  
468 ensaios de cultivares de milho. **Pesq. agropec. bras.** 2007;42:17-24.

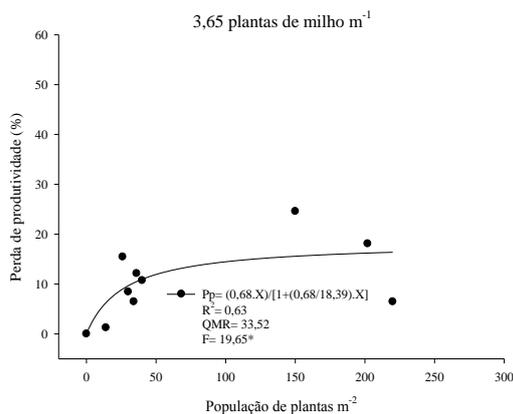
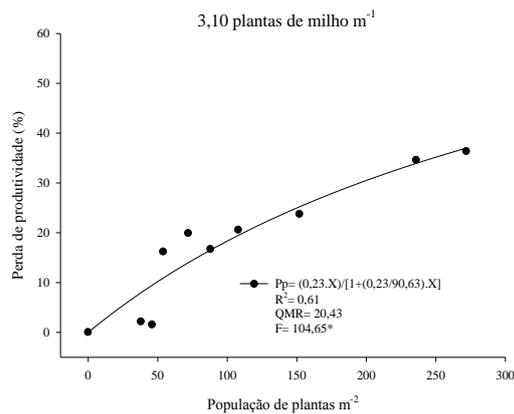
- 469 Carvalho L.B. et al. Estudo comparativo do acúmulo de massa seca e macronutrientes  
470 por plantas de *Zea mays* e *Ipomoea hederifolia*. **Planta Daninha**. 2014; 32:99-107.
- 471 Conab – **Companhia Nacional de Abastecimento**. Acompanhamento da safra  
472 brasileira, V. 5 - Safra 2017/18- N° 4 - Quarto levantamento - janeiro de 2018. [Acesso  
473 em 25 de jan. de 2018]. Disponível em:  
474 [http://www.conab.gov.br/arquivos/18\\_01\\_11\\_14\\_17\\_49\\_graos\\_4o\\_levantamento.pdf](http://www.conab.gov.br/arquivos/18_01_11_14_17_49_graos_4o_levantamento.pdf) .
- 475 Cousens R. An empirical model relating crop yield to weed and crop density and a  
476 statistical comparison with other models. **J Agric Sci**. 1985; 105:513-521.
- 477 Dan H.A. et al. Controle de plantas daninhas na cultura do milho por meio de herbicidas  
478 aplicados em pré- emergência. **Pesq. Agropec. Trop**. 2010;40:388-393.
- 479 Demétrio C.S. et al. Desempenho de híbridos de milho submetidos a diferentes  
480 espaçamentos e densidades populacionais. **Pesq. agropec. bras**. 2008;43:1691-1697.
- 481 Dieleman A. et al. Empirical models of pigweed (*Amaranthus* spp.) interference in  
482 soybean (*Glycine max*). **Weed Sci**. 1995; 43:612-618.
- 483 Dourado Neto D. et al. Efeito da população de plantas e do espaçamento sobre a  
484 produtividade de milho. **Rev Brasileira Milho Sorgo**. 2003; 2:63-77.
- 485 Fasoulas A.C. Rating cultivars and trials in applied plant breeding. **Euphytica**. 1983;  
486 32:939-943.
- 487 Fleck N.G. et al. Interferência de plantas concorrentes em arroz irrigado modificada por  
488 métodos culturais. **Planta Daninha**. 2004; 22:19-28.
- 489 Fleck N. G. et al. Resposta de cultivares de soja à competição com cultivar simuladora  
490 da infestação de plantas concorrentes. **Scientia Agraria**. 2007; 84:213-218.
- 491 Flesh R.D.; Vieira L.C. Espaçamento e densidade de milho com diferentes ciclos no  
492 oeste de Santa Catarina, Brasil. **Ciênc. Rural**. 2004; 34:25-31.
- 493 Galon L. et al. Avaliação do método químico de controle de papuã (*Brachiaria*  
494 *plantaginea*) sobre a produtividade do milho. **Pesq. Agropec. Trop**. 2010; 40:414-421.
- 495 Galon L. et al. Estimativa das perdas de produtividade de grãos em cultivares de arroz  
496 (*Oryza sativa*) pela interferência do capim-arroz (*Echinochloa* spp.). **Planta Daninha**.  
497 2007a; 25:697-707.
- 498 Galon L. et al. Níveis de dano econômico para decisão de controle de capim arroz  
499 (*Echinochloa* spp.) em arroz irrigado (*Oryza sativa*). **Planta Daninha**. 2007b; 25:709-  
500 718.
- 501 Galon L. et al. Períodos de interferência de *Brachiaria plantaginea* na cultura do milho  
502 na região sul do rio grande do sul. **Planta Daninha**. 2008;26:779-788.

- 503 Galon L. et al. Habilidade competitiva de cultivares de cevada convivendo com azevém.  
504 **Planta Daninha**. 2011; 29:771-781.
- 505 Galon L et al. Habilidade competitiva de cultivares de sorgo sacarino com plantas  
506 daninhas. **Planta Daninha**, 2018.
- 507 Galon L. et al. Interference and economic threshold level for control of beggartick on  
508 bean cultivars. **Planta Daninha**. 2016; 34:411-422.
- 509 Gilo E.G. et al. Comportamento de híbridos de milho no Cerrado Sul-Mato-Grossense,  
510 sob diferentes espaçamentos entre linhas. **Biosci. J.** 2011; 27:908-914.
- 511 Gross M. R. et al. Adubação nitrogenada, densidade de semeadura e espaçamento entre  
512 fileiras na cultura do milho em sistema plantio direto. **Ciênc. agrotec.** 2006; 30:387-  
513 393.
- 514 Kalsin G A., Vida, R.A. Nível crítico de dano de papuã em feijão-comum. **Planta**  
515 **Daninha**. 2013; 31:843-850.
- 516 Kappes C. et al. Performance of corn hybrids in different space arrangements of plants.  
517 **Planta Daninha**. 2011; 70:334-343.
- 518 Lindquist J. L.; Kropff M. J. Application of an ecophysiological model for irrigated rice  
519 (*Oryza sativa*) - *Echinochloa* competition. **Weed Sci.** 1996; 44:52-56.
- 520 Monquero P.A. Métodos de levantamento da colonização de plantas daninhas. In:  
521 Monquero P.A. **Aspectos da biologia e manejo das plantas daninhas**. São Carlos:  
522 RiMa, 2014. p.27-103.
- 523 Nascimento E.S et al. Resposta de híbridos de milho a diferentes espaçamentos entre  
524 linhas. **Nucleus**. 2012; 9:131-140.
- 525 Nummer Filho I., Hentschke C. W. Redução do espaçamento entre linhas na cultura do  
526 milho. **Rev Plantio Direto**. 2006;92.
- 527 Paes J. M. V., Zito R. K. Manejo de plantas daninhas na cultura do milho. **Informe**  
528 **Agropecuário**. 2006; 27:54-64.
- 529 Radosevich S. et al. **Weed ecology: implications for management**. New York: Wiley,  
530 2007. p.588.
- 531 Resende S. G. et al. Influência do espaçamento entre linhas e da densidade de plantio no  
532 desempenho de cultivares de milho. **Rev Brasileira Milho Sorgo**. 2003; 2:34-42.
- 533 ROLAS - Rede Oficial de Análise de Solo e de Tecido Vegetal. **Manual de adubação e**  
534 **calagem para os estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina**. Porto Alegre: Soc  
535 Brasil Ciênc Solo, 2004. p.400.

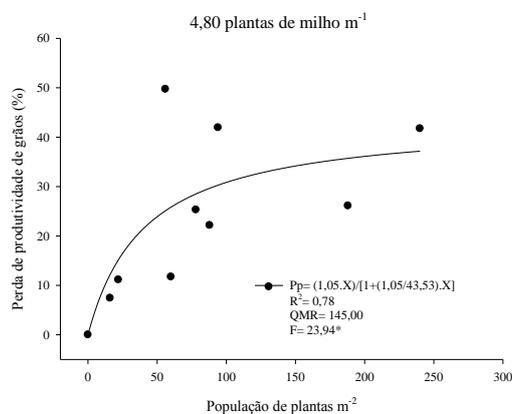
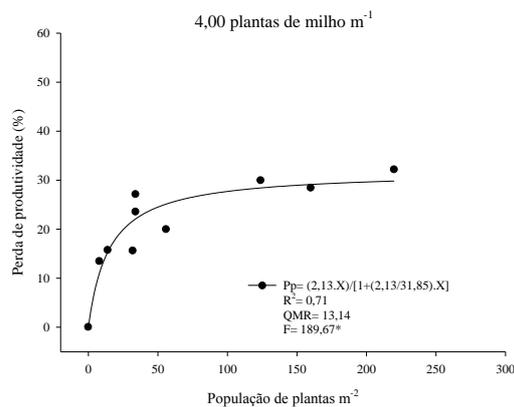
- 536 Rizzardi M. A. et al. Perdas de rendimento de grãos de soja causadas por interferência  
537 de picão-preto e guaxuma. **Ciênc. Rural.** 2003; 33:621-627.
- 538 Sangoi L. Understanding plant density effects on maize growth and development: an  
539 important issue to maximize grain yield. **Ciênc. Rural.** 2000; 31:159-168.
- 540 Silva A.G. et al. Influência da população de plantas e do espaçamento entre linhas nos  
541 caracteres agrônômicos do híbrido de milho P30K75 em Rio Verde, Goiás. **Biosci. J.**  
542 2008; 24:89-96.
- 543 Silva P. S. et al. Corn growth and yield in competition with weeds. **Planta Daninha.**  
544 2011; 29:793-802.
- 545 SBCPD - SOCIEDADE BRASILEIRA DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS -  
546 **Procedimentos para instalação, avaliação e análise de experimentos com**  
547 **herbicidas.** Londrina: 1995. p.42.
- 548 Swinton S.M. et al. Estimation of crop yield loss due to interference by multiple weed  
549 species. **Weed Sci.** 1994; 42:103-109.
- 550 Teasdale J.R. Influence of narrow row/high corn population (*Zea mays*) on weed control  
551 and light transmittance. **Weed Technol.** 1995; 9:113-118.
- 552 Timossi P. C., Freitas T. T. Eficácia de nicosulfuron isolado e associado com atrazine  
553 no manejo de plantas daninhas em milho. **Rev. Bras. Herb.** 2011; 10:210-218.
- 554 Usda – UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE. **World Agriculture**  
555 **Production.** [Acesso em 12 de jan de 2018]. Disponível em:  
556 <https://www.usda.gov/oce/commodity/wasde/latest.pdf>.
- 557 Vidal R.A et al. Interferência e nível de dano econômico de *Brachiaria plantaginea* e  
558 *Ipomoea nil* na cultura do feijão comum. **Ciênc. Rural.** 2010; 40:1675-1681.
- 559 Vidal R.A. et al. Nível de dano econômico de *Brachiaria plantaginea* na cultura de  
560 milho irrigado. **Planta Daninha.** 2004; 22:63-69.



561



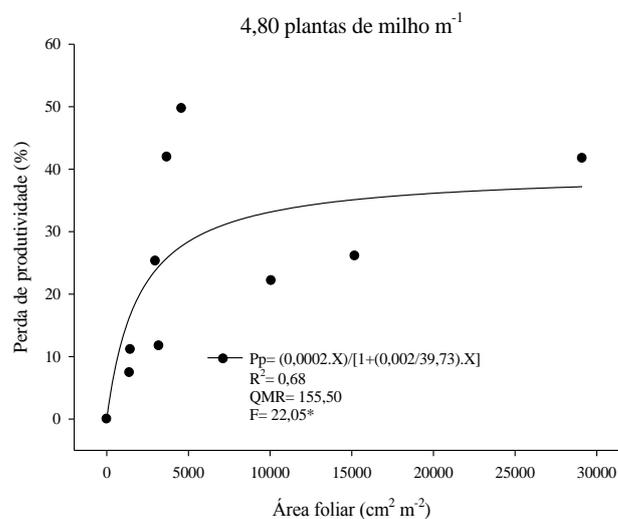
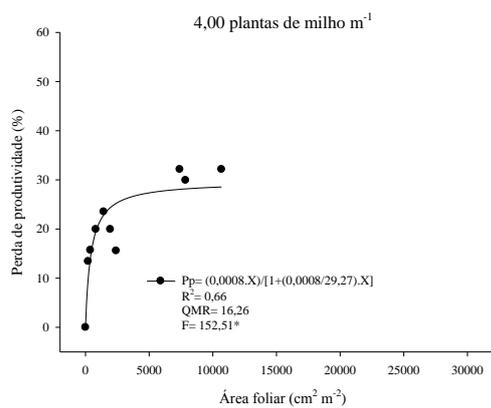
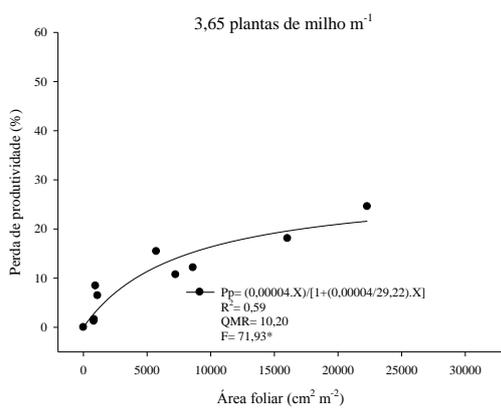
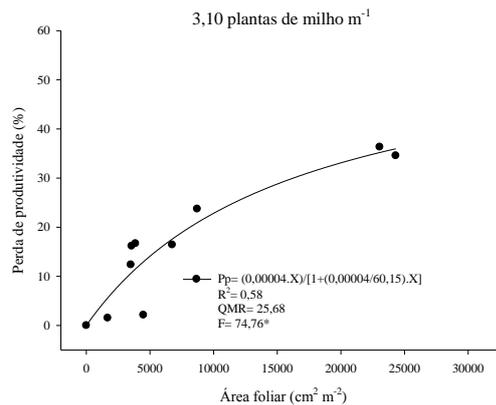
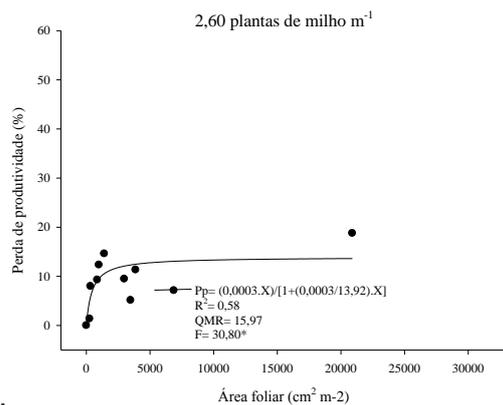
562



563

564 **Figura 1.** Perda de produtividade (Pp) de densidade (plantas m<sup>-1</sup>) do híbrido de milho  
 565 Syngenta Status Vip3 em função da população de plantas de papuã aos 75 dias após a  
 566 emergência. R<sup>2</sup>: coeficiente de determinação; QMR: quadrado médio do resíduo; \*  
 567 Significativo a 5%.

568

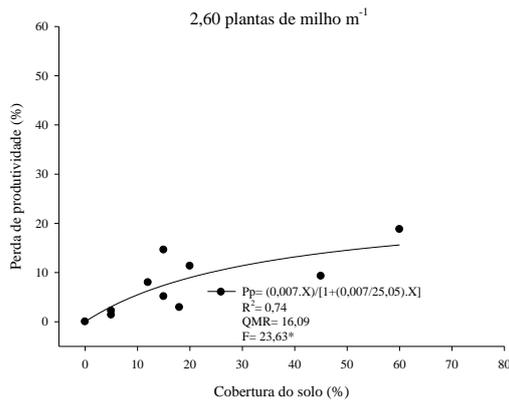


569

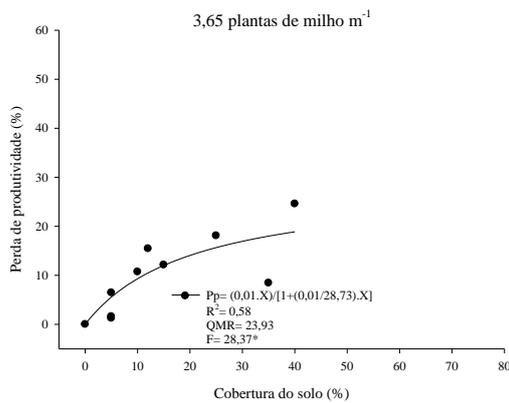
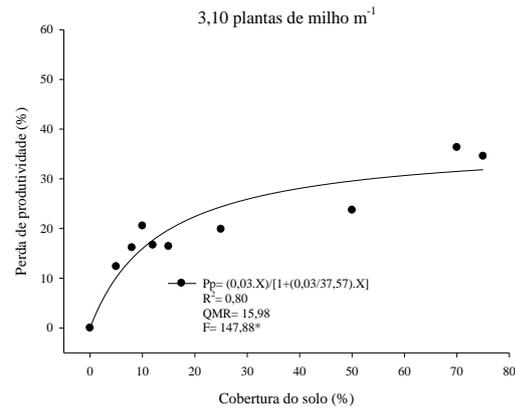
570

571

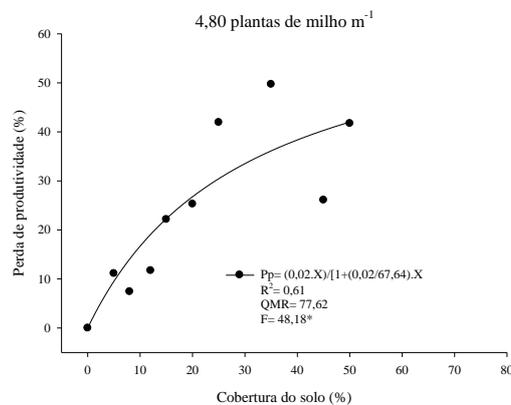
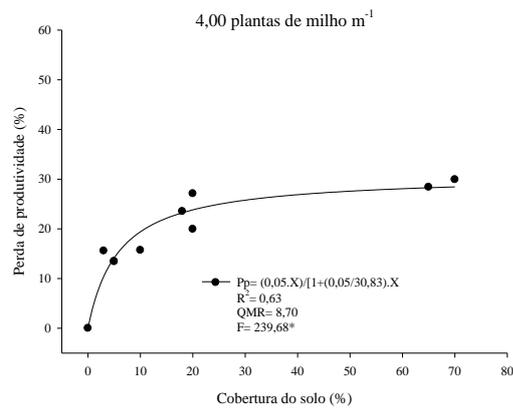
572 **Figura 2.** Perda de produtividade (Pp) de densidade (plantas m<sup>-1</sup>) do híbrido de milho  
 573 Syngenta Status Vip3 em função da área foliar de plantas de papuã e de densidade de  
 574 plantas aos 75 dias após a emergência. R<sup>2</sup>: coeficiente de determinação; QMR:  
 575 quadrado médio do resíduo; \* Significativo a 5%.



576



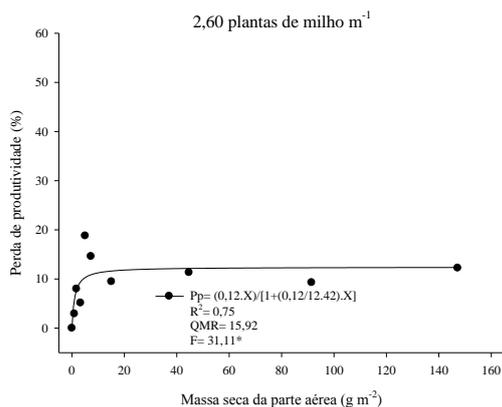
577



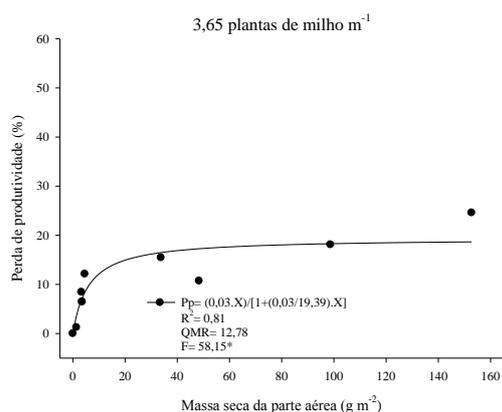
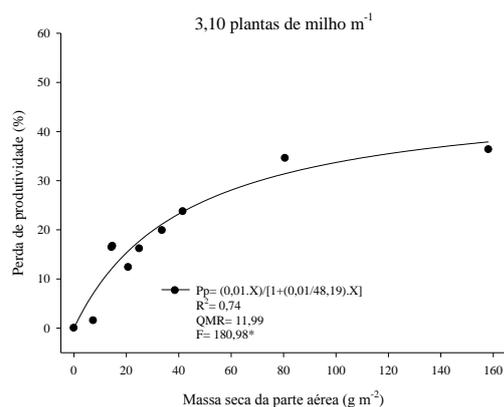
578

579 **Figura 3.** Perda de produtividade (Pp) de densidade (plantas  $m^{-1}$ ) do híbrido de milho  
 580 Syngenta Status Vip3 em função da cobertura do solo de plantas de papuã e de  
 581 densidade de plantas aos 75 dias após a emergência.  $R^2$ : coeficiente de determinação;  
 582 QMR: quadrado médio do resíduo; \* Significativo a 5%.

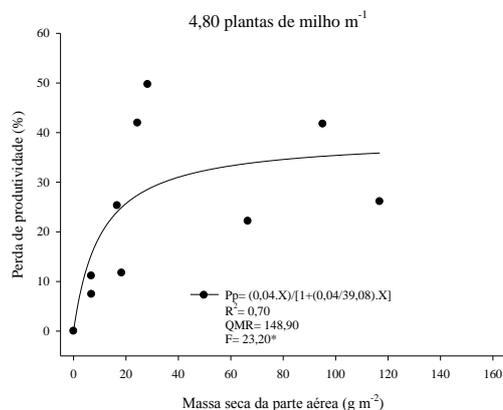
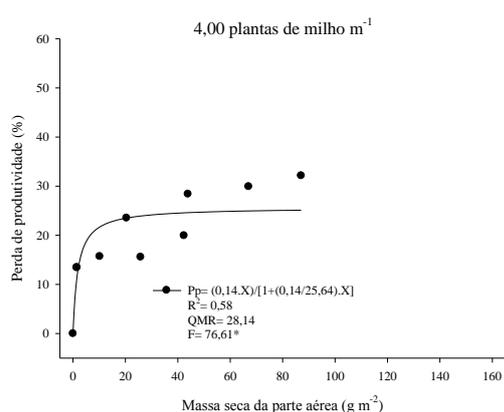
583



584



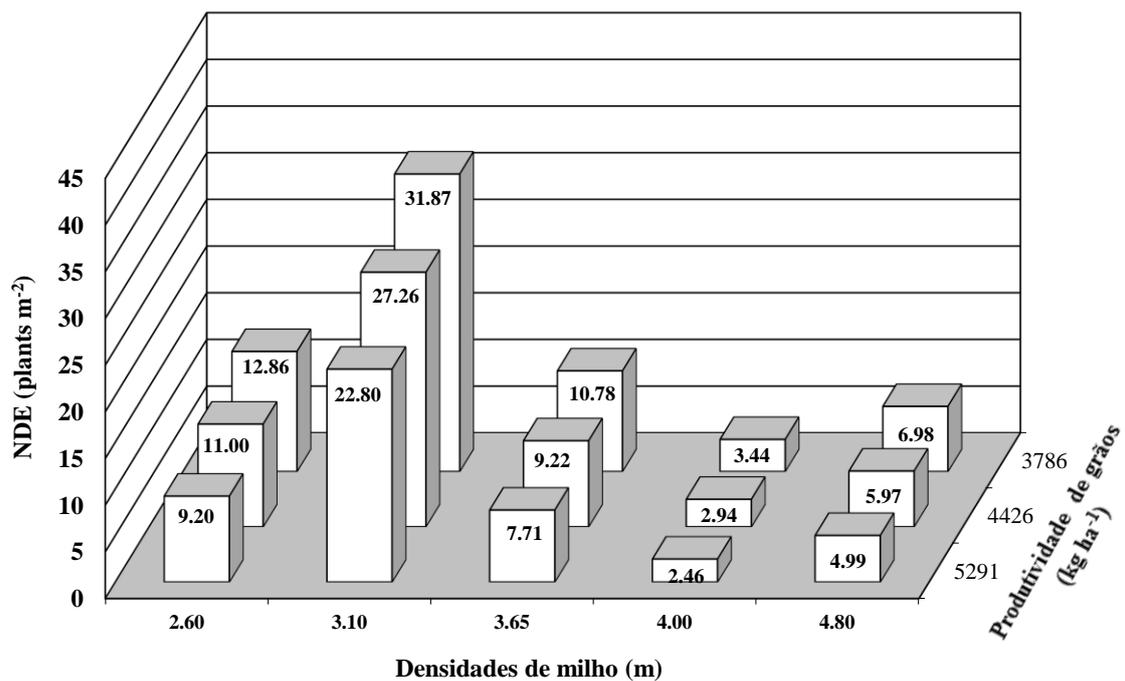
585



586

587 **Figura 4.** Perda de produtividade (Pp) de densidade (plantas m<sup>-1</sup>) do híbrido de milho  
 588 Syngenta Status Vip3 em função da massa seca da parte aérea de plantas de papuã e  
 589 de densidade de plantas aos 75 dias após a emergência. R<sup>2</sup>: coeficiente de  
 590 determinação; QMR: quadrado médio do resíduo; \* Significativo a 5%.

591



592

593 **Figura 5.** Nível de dano econômico (NDE) para o híbrido Syngenta Status Vip3 em  
 594 função da produtividade de grãos, população de papuã e densidades de milho  
 595 por metro linear.

596

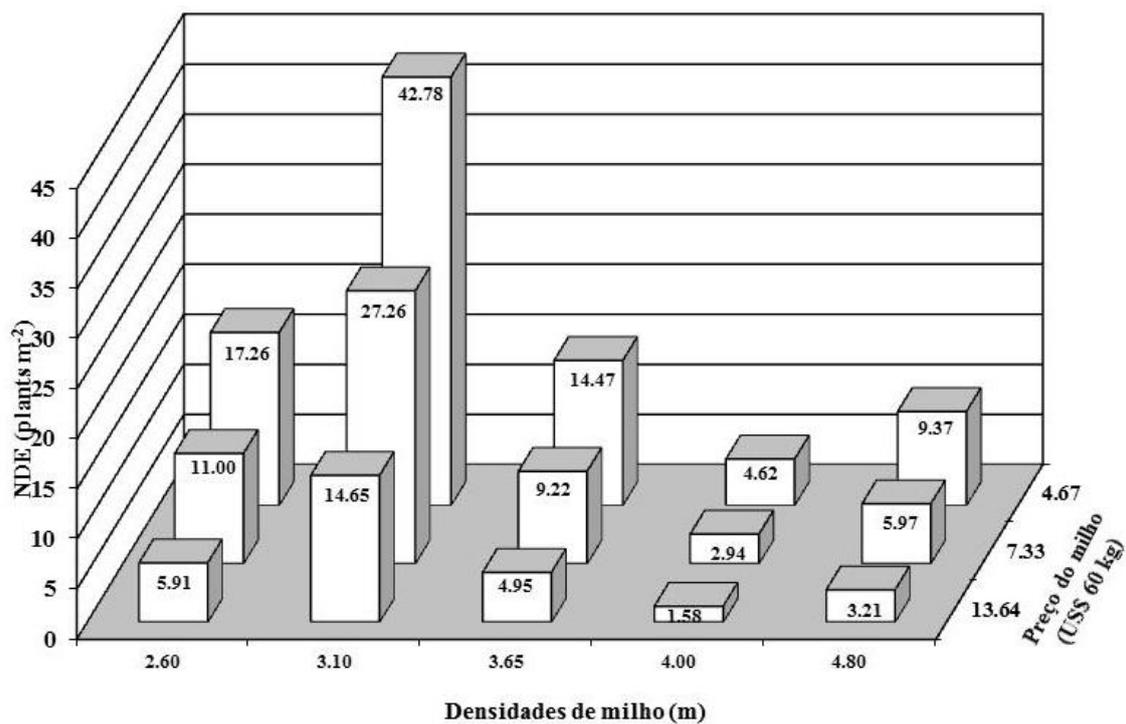
597

598

599

600

601



602

603 **Figura 6.** Nível de dano econômico (NDE) para o híbrido Syngenta Status Vip 3 em  
 604 função do preço do milho, população de papuã e densidades de milho por  
 605 metro linear.

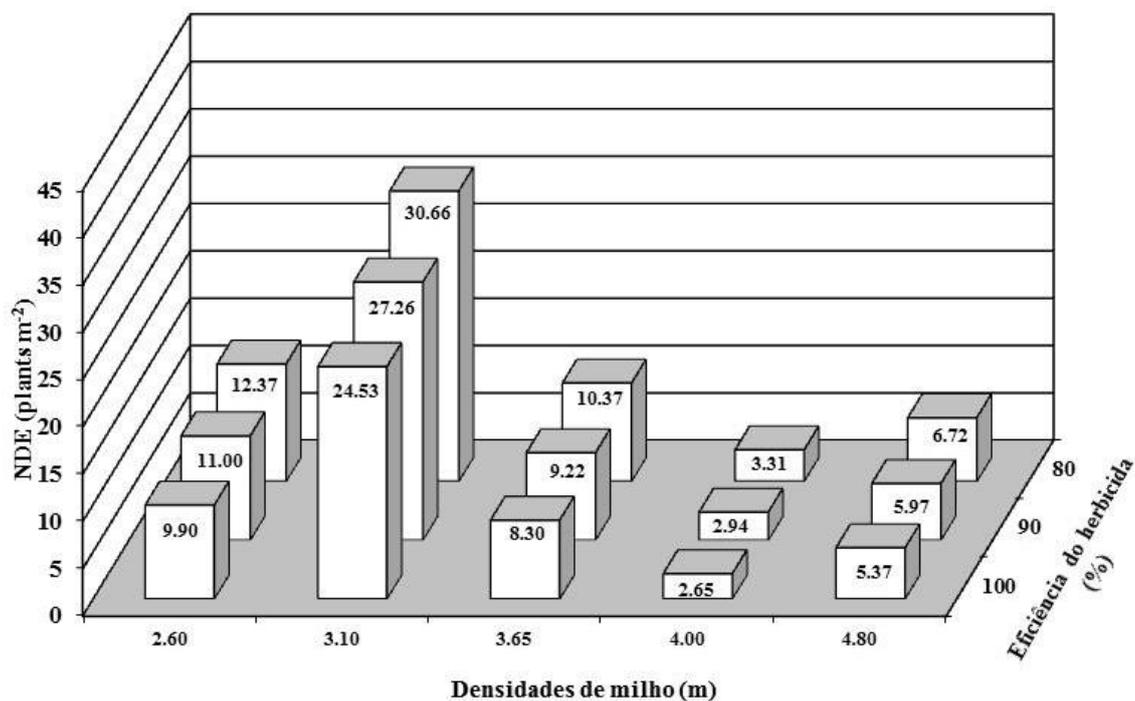
606

607

608

609

610



611

612 **Figura 7.** Nível de dano econômico (NDE) para o híbrido Syngenta Status Vip3 em  
 613 função da eficiência do herbicida, população de papuã e densidades de milho  
 614 por metro linear.

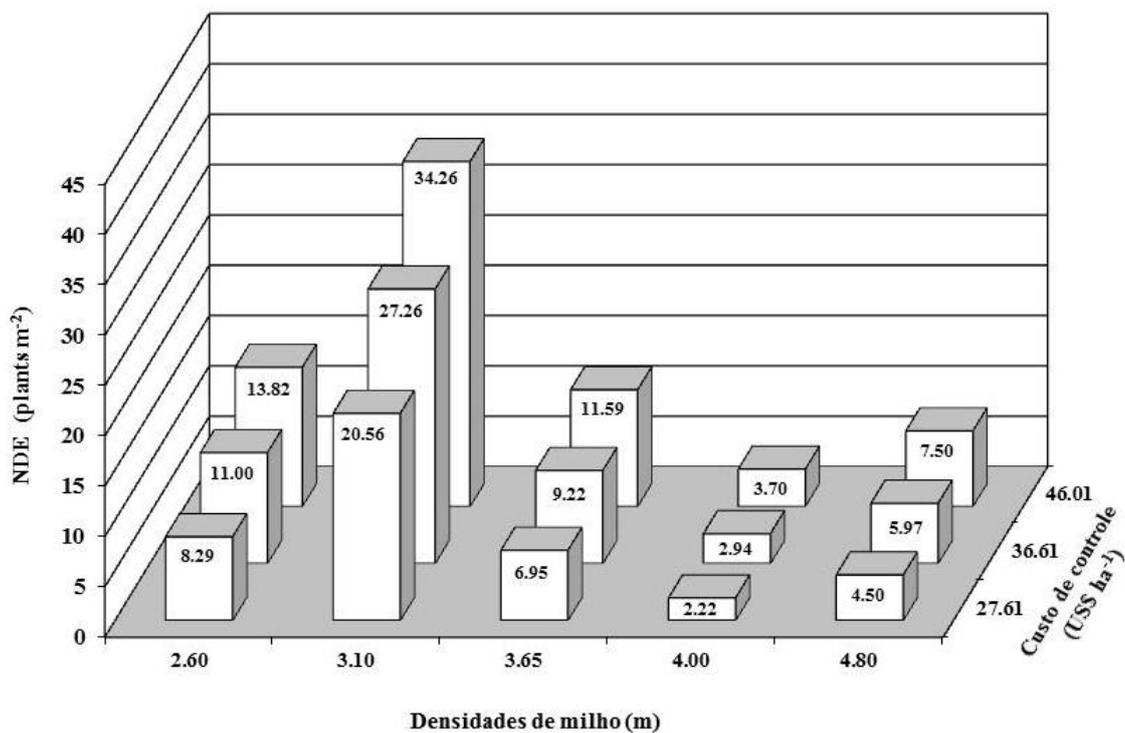
615

616

617

618

619



620

621 **Figura 8.** Nível de dano econômico (NDE) para o híbrido Syngenta Status Vip3 em  
 622 função do custo de controle, população de papuã e densidades de milho por  
 623 metro linear.

624

625

626

627

628

629

630

631

632

633

634

635

636

637

638

639

640

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados permitem concluir que ocorre competição entre os híbridos de milho (Agroeste - AS 1551 PRO 2, Morgan - MG 300 PW, Nidera - NS 92 PRO e Syngenta -Velox TL) com o papuã, sendo afetados negativamente, independentemente da proporção de plantas, provocando reduções na área foliar e massa seca da parte aérea das espécies.

A competição interespecífica causa menores prejuízos a área foliar e massa seca da parte aérea das espécies do que a competição intraespecífica.

Ocorre basicamente a competição pelos mesmos recursos do meio entre o milho com o papuã. Ao se comparar as espécies entre si, o milho foi mais competitivo do que o papuã.

O modelo de regressão não linear da hipérbole retangular estima adequadamente as perdas de produtividade de grãos de milho na presença de populações de papuã.

A semeadura das densidades de milho de 2,60; 3,10 e 3,65 plantas  $m^{-1}$  apresentam maior habilidade competitiva com o papuã do que as densidades de 4,00 e 4,80 plantas  $m^{-1}$ .

Os valores de nível de dano econômico variam de 1,58 a 9,37 plantas  $m^{-2}$  para as densidades de 4,00 e 4,80 plantas  $m^{-1}$  de milho, as quais demonstraram menor competitividade com o papuã.

Os maiores valores de nível de dano econômico variam de 5,91 a 42,78 plantas  $m^{-2}$ , para as densidades de 2,60; 3,10 e 3,65 plantas  $m^{-1}$  as quais demonstraram as maiores competitividades com o papuã.

Os níveis de dano econômico diminuem com o aumento da produtividade de grãos, do preço da saca do milho, da eficiência do herbicida e com a redução no custo de controle do papuã, justificando a adoção de medidas de controle em menores populações da planta daninha.