

## Interferência do capim-quicuí (*Urochloa humidicola*) no teor e conteúdo de nutrientes da parte aérea de milho

Koronivia grass (*Urochloa humidicola*) interference on nutrient content and accumulation of maize aerial part

Interferencia de pasto humidícola (*Urochloa humidicola*) en el contenido y acumulación de nutrientes de la parte aérea del maíz

Recebido: 06/08/2025 | Revisado: 11/08/2025 | Aceitado: 11/08/2025 | Publicado: 12/08/2025

**José Roberto Antoniol Fontes**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3319-8132>

Embrapa Amazônia Ocidental, Brasil

E-mail: [jose.roberto@embrapa.br](mailto:jose.roberto@embrapa.br)

**André Luiz Atroch**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5102-6081>

Embrapa Amazônia Ocidental, Brasil

E-mail: [andre.atroch@embrapa.br](mailto:andre.atroch@embrapa.br)

**Ronaldo Ribeiro de Morais**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8917-4119>

Embrapa Amazônia Ocidental, Brasil

E-mail: [ronaldo.morais@embrapa.br](mailto:ronaldo.morais@embrapa.br)

### Resumo

O cultivo simultâneo de milho e capins do gênero *Urochloa* é empregado na recuperação de pastagens degradadas e para formação de palha e cobertura da superfície do solo em sistema plantio direto, possibilitando obter benefícios financeiros e ambientais. Contudo, a forrageira pode interferir negativamente na cultura por meio da competição por nutrientes e pode prejudicar o desempenho da cultura do milho e, assim, comprometer o sucesso do consórcio. Assim, objetivou-se estimar a interferência do capim-quicuí (*Urochloa humidicola*), BRS Tupi, em plantas de milho (*Zea mays*), BRS Saracura, por meio da quantificação da massa de parte aérea seca (MPAS) e dos teores e conteúdos de nutrientes na parte aérea das plantas de milho. O experimento foi conduzido em casa de vegetação num delineamento inteiramente casualizado com quatro repetições, cujos tratamentos consistiram em cinco densidades de infestação de capim-quicuí: zero, uma, duas, três e quatro plantas/vaso. O aumento da densidade de infestação reduziu significativamente a MPAS, os teores de nitrogênio, potássio, magnésio e enxofre e os conteúdos de todos os macronutrientes. Os teores de fósforo e de cálcio na parte aérea do milho não foram influenciados pela convivência com o capim-quicuí.

**Palavras-chave:** *Urochloa humidicola*; Planta daninha; Interferência; Nutrientes; *Zea mays*.

### Abstract

The maize-*Urochloa* intercropping is used to recovery degraded pastures and straw formation and soil cover in a no-tillage system, providing financial and environmental benefits. However, the forage can negatively impact the crop through competition for nutrients and can impair corn crop performance, thus compromising the success of the intercrop. Thus, the objective was to estimate the interference of koronivia grass (*Urochloa humidicola*), BRS Tupi, in maize (*Zea mays*), BRS Saracura, by quantifying the maize aerial dry mass matter (MADMM) and the nutrient (nitrogen, phosphorus, potassium, calcium, magnesium and sulfur) contents and accumulations in the MADMM. The experiment was conducted in a greenhouse in a completely randomized design with four replicates, with treatments consisting of five different infestation densities of koronivia grass: zero, one, two, three, and four plants/pot. Increasing infestation density significantly reduced MADMM, nitrogen, potassium, magnesium, and sulfur contents, and all macronutrient accumulation. Phosphorus and calcium levels in MADMM were not affected by koronivia grass interference.

**Keywords:** *Urochloa humidicola*; Weed; Interference; Nutrients; *Zea mays*.

### Resumen

El cultivo simultáneo de maíz y *Urochloa* se utiliza para restaurar pasturas degradadas y formar paja y cubrir la superficie del suelo en un sistema de labranza cero, lo que proporciona beneficios económicos y ambientales. Sin embargo, el forraje puede afectar negativamente al maíz mediante la competencia por nutrientes y puede perjudicar el rendimiento del cultivo de maíz, comprometiendo así el éxito del cultivo intercalado. Así, el objetivo fue estimar la interferencia del pasto humidícola (*Urochloa humidicola*), BRS Tupi, en plantas de maíz (*Zea mays*), BRS Saracura,

mediante la cuantificación de la masa de la parte aérea seca de maíz (MPASM) y el contenido e acumulación de nutrientes (nitrógeno, fósforo, potasio, calcio, magnesio y azufre) en la parte aérea de plantas de maíz. El experimento se llevó a cabo en un invernadero en un diseño completamente aleatorizado con cuatro réplicas, con tratamientos que consistieron en cinco densidades de infestación de pasto humidicola: cero, una, dos, tres y cuatro plantas/maceta. El aumento de la densidad de infestación redujo significativamente el MSPAM, nitrógeno, potasio, magnesio y azufre contenidos, y acumulación de todos los macronutrientes. Los contenidos de fósforo y calcio en la MSPAM no se vieron afectados por la coexistencia con el pasto humidicola.

**Palabras clave:** *Urochloa humidicola*; Maleza; Interferencia; Nutrientes; *Zea mays*.

## 1. Introdução

O cultivo consorciado de culturas de grãos e forrageiras da família Poaceae é estratégia recomendada para a recuperação de pastagens degradadas (Salton et al., 2014; Cortner et al., 2019), com aumento da eficiência econômica da pecuária e redução da emissão de gases de efeito estufa (Cohn et al., 2014; Freitas et al., 2018). Na cultura de grãos são realizadas adubações e controle de plantas daninhas que favorecem as forrageiras por meio do aumento da disponibilidade de nutrientes (Piano et al., 2019) e menor infestação das pastagens por plantas daninhas (Schuster et al., 2016). Além da recuperação de pastagens degradadas, o consórcio entre a cultura de grãos e as forrageiras é empregado nos sistemas de produção baseados no plantio direto, pois possibilita a cobertura permanente da superfície do solo por plantas vivas ou pela palhada remanescente (Mingotte et al., 2020).

O consórcio do milho (*Zea mays*) com os capins do gênero *Urochloa* é o mais empregado no Brasil em razão da rentabilidade obtida com a comercialização do grão e da produtividade da forrageira (Queiroz et al., 2016; Souza et al., 2025). O capim-quicuí (*Urochloa humidicola*) é uma forrageira cultivada na região tropical úmida sul-americana e tem hábito de crescimento prostrado, com desenvolvimento rápido de raízes, crescimento vigoroso e adaptada a solos ácidos e com baixa fertilidade natural (Martins et al., 2013; Villegas et al., 2023), condições frequentes em muitas regiões da Amazônia. Contudo, adubações com nitrogênio e potássio promovem aumento do número de perfilhos e da produtividade da forrageira (Feller, 2023). É tolerante ao alagamento temporário do solo (Jiménez et al., 2021), situação comum em época chuvosa na região amazônica, especialmente em locais com solos afetados por compactação e redução da permeabilidade.

No consórcio milho – *Urochloa* a competição interespecífica é um fator que interfere negativamente tanto na cultura (Silva et al., 2015) quanto na forrageira (Guarnieri et al., 2019). A capacidade de formação de uma grande massa de raízes por espécies de *Urochloa* (Cardoso, Jiménez & Rao, 2014; Saraiva et al., 2014) e concentrada na camada mais superficial do solo são características que as tornam muito competitivas com as culturas de grãos (Carvalho et al., 2011). O capim-quicuí também produz compostos químicos que interferem na germinação de sementes, no crescimento de raízes de plantas cultivadas e daninhas (Souza Filho, Pereira & Bayma, 2005; Feitoza et al., 2020).

A realização de estudos de competição entre plantas cultivadas e daninhas permite estimar o nível de interferência e estabelecer ações de controle eficazes (Swanton, Nkoa & Blackshaw, 2015). O estudo do tipo aditivo é um dos mais empregados (Almeida et al., 2015), no qual as espécies concorrentes são cultivadas no mesmo ambiente e em condições controladas para otimizar a precisão experimental, com a densidade de plantas da cultura mantida fixa e a da espécie daninha variável, situação prevalente nas áreas cultivadas.

Assim, objetivou-se estimar a interferência do capim-quicuí (*Urochloa humidicola*), BRS Tupi, em plantas de milho (*Zea mays*), BRS Saracura, por meio da quantificação da massa de parte aérea seca (MPAS) e dos teores e conteúdos de nutrientes na parte aérea das plantas de milho.

## 2. Metodologia

Realizou-se uma pesquisa experimental e de natureza quantitativa (Pereira et al., 2018). O experimento foi conduzido em casa de vegetação para avaliar a interferência de capim-quicuí, BRS Tupi, no crescimento e nos teores e conteúdos de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio e enxofre na parte aérea de plantas de milho, BRS Saracura, cultivar recomendada para áreas sujeitas a alagamentos temporários (Pereira et al., 2008). Como substrato foi utilizada terra de Latossolo Amarelo, distrófico, coletada na camada de zero a 20 cm de profundidade em área destinada a condução de experimentos com milho e feijão-caupi (*Vigna unguiculata*) e manejada com arado de discos e grade niveladora. A terra foi peneirada em malha de dois mm e retirada amostra para análise química e física, cujos resultados estão apresentados na Tabela 1.

**Tabela 1** - Valores de atributos químicos e granulometria de amostra de terra utilizada como substrato. Manaus, 2025.

pH	MO	P	K	Ca	Mg	H+Al	SB	T	V	m
	g kg <sup>-1</sup>	mg dm <sup>-3</sup>							%	
5,60	27,5	6	38	1,39	1,19	1,01	2,68	3,69	73	0
Granulometria (g kg <sup>-1</sup> )										
Areia - 148		Silte - 152		Argila - 700		Classificação textural - muito argilosa				

pH em água (1:2,5); MO – matéria orgânica (Walkley-Black); P – fósforo e K – potássio (Mehlich-1); Ca – cálcio e Mg – magnésio (KCl 1 mol L<sup>-1</sup>); H+Al – acidez potencial (acetato de cálcio 0,5 mol L<sup>-1</sup> pH 7,0); SB – soma de bases; T – capacidade de troca catiônica (pH 7,0); V – saturação por bases, m – saturação por alumínio. Fonte: Dados da pesquisa.

Foi adicionado 1,35 g de adubo NPK 5-30-15 por quilograma de terra (equivalente a 350 kg ha<sup>-1</sup>, considerando densidade do solo de 1 g cm<sup>-3</sup>) e homogeneização realizada em betoneira. Após homogeneização, o substrato foi depositado em vasos com volume de 7 dm<sup>3</sup> e dispostos em bancada com separação de 25 cm entre eles. A semeadura do capim-quicuí foi realizada em substrato formado por casca de pinus triturada e vermiculita. Cinco sementes de milho foram depositadas em furo com três cm de profundidade em posição central nos vasos. Dois dias após a emergência (DAE) das plântulas de milho foi realizado desbaste deixando uma plântula em cada vaso. No mesmo dia plântulas de capim-quicuí com uma folha expandida foram transplantadas para os vasos e posicionadas a cinco cm da planta de milho. O experimento foi conduzido num delineamento experimental inteiramente casualizado com quatro repetições e os tratamentos avaliados foram quatro densidades de infestação de capim-quicuí – um, dois, três e quatro plantas por vaso. No estágio de quatro folhas completamente expandidas do milho (V4) foi realizada adubação nitrogenada com aplicação de um g de sulfato de amônio por vaso (equivalente a 60 kg de nitrogênio ha<sup>-1</sup>, considerando densidade do solo de 1 g cm<sup>-3</sup>) e previamente dissolvido em água. Plantas emergidas de outras espécies daninhas durante o período de condução do experimento foram retiradas manualmente. A irrigação foi realizada por microaspersão e o arrefecimento de calor por meio de sistema de ventilação programado para atuar sempre que a temperatura do ar atinja 28° C. Durante o período de condução do experimento não foi observado sintoma de déficit hídrico nas plantas. Aos 45 DAE foi realizada a coleta da parte aérea do milho e do capim-quicuí com o corte das plantas a um cm de altura em relação à superfície do solo, lavadas em água deionizada e secas em estufa com circulação forçada de ar a 65° C até atingirem peso constante, resfriado em dessecador e pesado. O material seco do milho foi triturado em moinho de bolas e homogeneizado para estimativa dos teores de nutrientes (Embrapa, 2009). Pela multiplicação dos valores de massa de parte aérea seca e dos teores dos nutrientes na parte aérea das plantas de milho foram calculados os conteúdos, com valores expressos em gramas. As variáveis avaliadas foram a massa de parte aérea seca de milho e de capim-quicuí, os teores e conteúdos de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio e enxofre na parte aérea de plantas de milho. A análise dos dados experimentais foi realizada com o programa Genes (Cruz, 2006).

### 3. Resultados e discussão

De acordo com os testes Shapiro-Wilk e Bartlett, os erros experimentais tiveram distribuição normal e foram homocedásticos. Na Tabela 2 estão apresentados os níveis de significância para as variáveis referentes ao milho cultivado com densidades de infestação crescentes de capim-quicuiu, verificando-se que todas as variáveis, com exceção dos teores de fósforo e cálcio, foram influenciadas significativamente pelo aumento da densidade de plantas de capim-quicuiu.

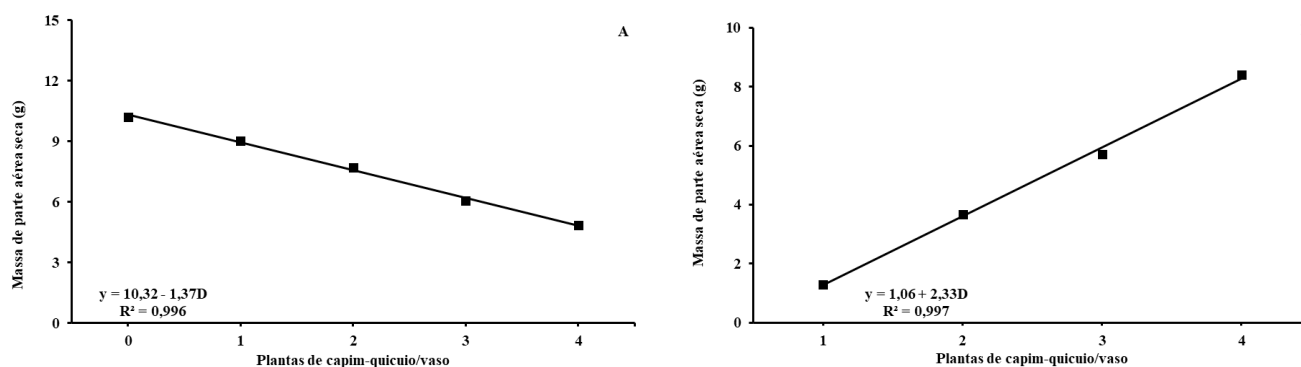
**Tabela 2** - Níveis de significância para massa seca, teores e conteúdos relativos de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio e enxofre da parte aérea de plantas de milho, BRS Saracura, influenciadas pela densidade de capim-quicuiu, BRS Tupi. Manaus, 2025.

FV	Níveis de significância													
	MPAS	MSQ	Teores						Conteúdos					
			N	P	K	Ca	Mg	S	N	P	K	Ca	Mg	S
DCQ	***	***	**	ns	**	ns	**	**	***	***	***	***	***	***
CV (%)	6,1	16,8	9,1	11,4	12,7	14,9	7,4	15,4	11,5	10,9	16,5	19,6	10,6	15,3

FV – Fonte de variação; DCQ – densidade de plantas de capim-quicuiu; CV – coeficiente de variação; MPAS – massa de parte aérea seca de milho; MSQ – massa de parte aérea seca de capim-quicuiu; N – nitrogênio; P – fósforo; K – potássio; Ca – cálcio; Mg – magnésio; S – enxofre. \*\*\*, \*\* e ns – significativo a 0,1%, 1% e não significativo, respectivamente, pelo Teste F. Fonte: Dados da pesquisa.

A massa de parte aérea seca de milho (MPAS) sofreu redução linear com o aumento da densidade de infestação de capim-quicuiu (Figura 1-A), com reduções de 12,2, 24,7 40,3 e 52,1% da MPAS em convivência com uma, duas, três e quatro plantas de capim-quicuiu/vaso, respectivamente, em relação a MPAS sem a interferência da planta daninha.

**Figura 1** - Variação da massa de parte aérea seca de milho, BRS Saracura (A), e de capim-quicuiu, BRS Tupi (B), em função do aumento da densidade de plantas de capim-quicuiu. Manaus, 2025.



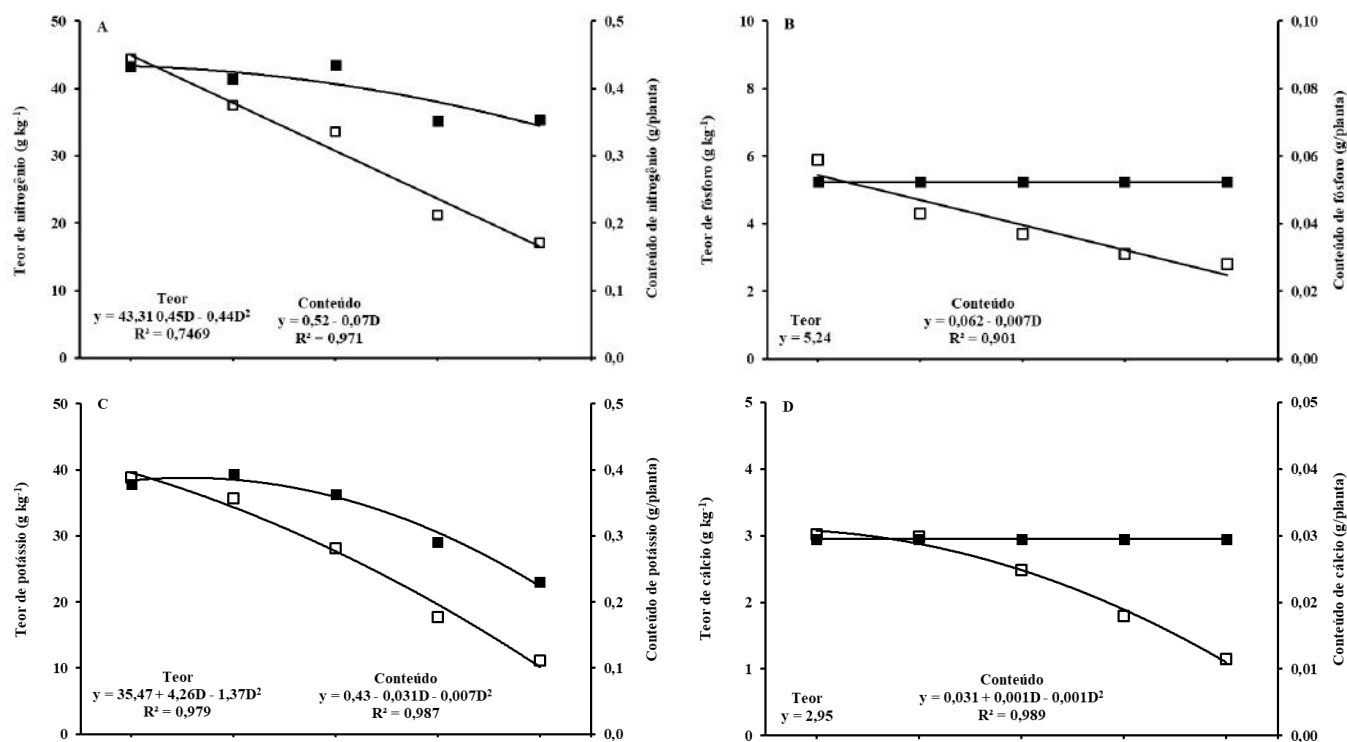
Fonte: Dados da pesquisa.

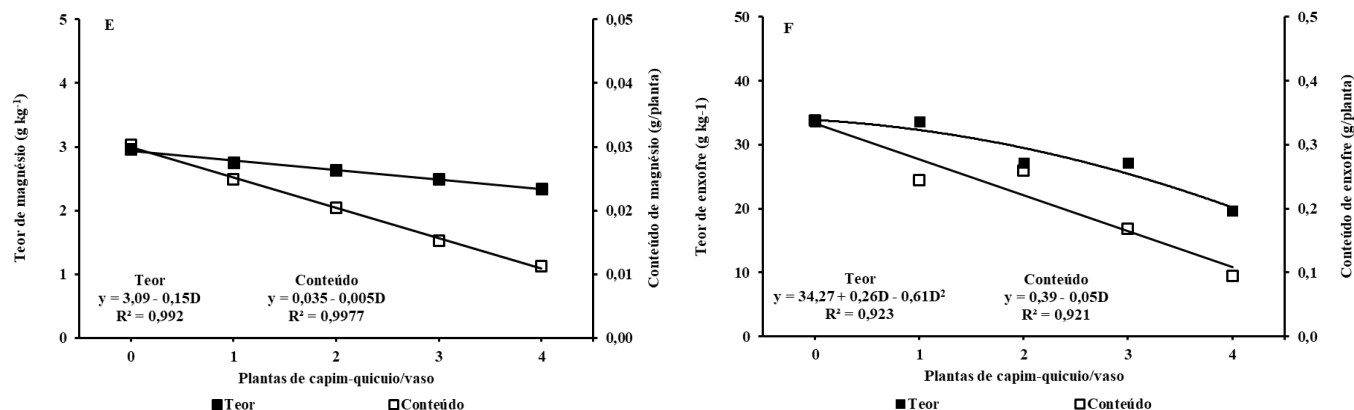
As plantas daninhas são competidoras eficientes pelos recursos necessários ao crescimento e desenvolvimento das plantas, e segundo Sardana et al. (2017), a densidade da espécie daninha é um dos fatores principais na interação competitiva entre planta cultivada e planta daninha. No presente trabalho, realizado em casa de vegetação, as plantas de milho e de capim-quicuiu estiveram submetidas às mesmas condições ambientais (umidade do solo mantida por irrigação, temperatura e umidade relativa do ar) e de cultivo (adubações e retirada manual de outras plantas daninhas), a densidade de infestação do capim-quicuiu foi o fator responsável pela redução da MPAS do milho. Em trabalhos conduzidos para estimar a interferência de outras espécies daninhas do gênero *Urochloa* no crescimento do milho também foram relatadas reduções significativas da MPAS. Carvalho et al. (2011) cultivaram simultaneamente uma planta de milho e uma de capim-braquiária (*U. brizantha*) em

vaso durante 60 dias e constataram que a interferência exercida pela planta daninha provocou redução de 60% da MPAS do milho. Faria, Barros & Tuffi Santos (2014) relataram que a convivência de duas plantas de capim-braquiária/vaso durante 78 dias provocou redução de 17% da MPAS do milho (DKB390 PRO2). Frandoloso et al. (2019) constataram que a convivência do capim-marmelada (*U. plantaginea*) durante 50 dias com as cultivares de milho AS1551 PRO2 e NS92 PRO provocou reduções de 52 e 37% da MPAS, respectivamente. De maneira oposta, verifica-se na Figura 1-B que a massa de parte aérea seca de capim-quicuiu (MPASCQ) cresceu linearmente com aumento da densidade de plantas/vaso. Com duas, três e quatro plantas/vaso, o aumento da MPASCQ, foi de 2,8, 4,4 e 6,5 vezes, respectivamente, em relação à massa de parte aérea seca de uma planta/vaso (1,3 g). Concenço et al. (2012) relataram aumento exponencial da MPAS de *U. decumbens*, *U. ruziziensis* e *U. brizantha* (2, 4, 8 e 16 plantas m<sup>-2</sup>) com densidades crescentes das plantas forrageiras de 5, 10, 20 e 40 plantas m<sup>-2</sup> para as duas primeiras, e de 2, 4, 8 e 16 plantas m<sup>-2</sup> para a última.

Na Figura 2 estão apresentadas as variações dos teores e dos conteúdos dos nutrientes na parte aérea de plantas de milho em função do aumento da densidade de plantas de capim-quicuiu após 45 dias de convivência em vasos.

**Figura 2** - Variação dos teores (mg kg<sup>-1</sup>) e de conteúdos (g/planta) de nitrogênio (A), fósforo (B), potássio (C), cálcio (D), magnésio (E) e enxofre (F) na parte aérea de milho, BRS Saracura, em função do aumento da densidade de plantas de capim-quicuiu, BRS Tupi. Manaus, 2025.





Fonte: Dados da pesquisa.

O aumento da densidade de plantas de capim-quicuí provocou reduções quadrática dos teores de nitrogênio (2-A), potássio (2-C) e enxofre (2-F) e linear de magnésio (2-E). Os teores de fósforo (2-B) e cálcio (2-D) não sofreram variação significativa (Tabela 2) com o aumento da densidade de capim-quicuí. Os conteúdos de todos os nutrientes sofreram reduções com o aumento da densidade de plantas de capim-quicuí/vaso: lineares para nitrogênio (2-A), fósforo (2-B), magnésio (2-E) e enxofre (2-F), e quadráticas para potássio (2-C) e de cálcio (2-D), respectivamente.

Na Tabela 3 estão apresentados os valores dos teores e conteúdos dos nutrientes na parte aérea de plantas de milho em cada densidade de infestação de capim-quicuí.

**Tabela 3** - Teores (g kg<sup>-1</sup>) e conteúdo (g/planta) de nutrientes na parte aérea de plantas de milho, BRS Saracura, em função do aumento da densidade de plantas de capim-quicuí, BRS Tupi. Manaus, 2025.

Nutrientes	----- Teores (g kg <sup>-1</sup> ) -----					----- Conteúdos (g/planta) -----				
	----- Plantas de capim-quicuiu/vaso -----									
	0	1	2	3	4	0	1	2	3	4
Nitrogênio	43,3	41,5	43,5	35,2	35,4	0,44	0,38	0,34	0,21	0,17
Fósforo	5,8	4,7	4,8	5,1	5,8	0,059	0,043	0,037	0,031	0,028
Potássio	37,8	39,4	36,3	29,1	23,1	0,39	0,36	0,28	0,18	0,11
Cálcio	2,9	3,3	3,2	2,9	2,4	0,031	0,029	0,025	0,018	0,011
Magnésio	2,9	2,7	2,6	2,5	2,3	0,03	0,025	0,021	0,015	0,011
Enxofre	33,6	33,6	27,5	27,2	19,7	0,34	0,25	0,26	0,17	0,09

Fonte: Dados da pesquisa.

Os teores de nitrogênio nas plantas de milho submetidas à interferência de uma e duas plantas de capim-quicuí/vaso, 41,5 e 43,5 g kg<sup>-1</sup>, respectivamente, foram numericamente próximos do teor na planta de milho sem interferência (43,3 g kg<sup>-1</sup>), correspondendo a uma redução média de apenas 1,8%. Com interferência de três e quatro plantas de capim-quicuí/vaso os teores foram 35,2 e 35,4 g kg<sup>-1</sup>, reduções de 18,7 e 18,2%. As reduções percentuais dos conteúdos de nitrogênio com densidades de uma, duas, três e quatro plantas de capim-quicuí foram de 13,6, 22,7, 52,3 e 61,3%, respectivamente. O conteúdo de um nutriente é calculado pela multiplicação da massa vegetal seca e do seu teor. Os teores de nitrogênio no milho com as duas menores densidades de capim-quicuí, como visto acima, foram numericamente próximos do teor sem interferência, porém, as reduções de massa seca nestas duas densidades foram mais intensas, de 12,2 e 24,7% (Figura 1-A),



fator que mais influenciou a redução dos conteúdos de nitrogênio nestas densidades. O aumento da densidade de capim-quicuí não influenciou significativamente o teor de fósforo (Tabela 2, Figura 2-B), mas os conteúdos do nutriente sofreram reduções de 27,1, 37,3, 47,5 e 52,5% quando o milho conviveu com uma, duas, três e quatro plantas de capim-quicuí/vaso, respectivamente. Essas reduções foram consequência direta da redução significativa da redução da MPAS com o aumento da densidade de infestação (Tabela 2, Figura 1-B). O teor de potássio na planta de milho submetida à interferência de uma planta de capim-quicuí/vaso (39,4 g kg<sup>-1</sup>) foi numericamente superior em relação ao teor verificado na planta de milho crescida sem interferência da planta daninha (36,3 g kg<sup>-1</sup>). Para as demais densidades, de duas, três e quatro plantas de capim-quicuí/vaso, as reduções foram de 3,9, 23,1 e 38,9%. Os conteúdos de potássio foram reduzidos em 7,7, 28,2, 53,8 e 71,8% quando as plantas de milho foram submetidas à interferência de uma, duas, três e quatro plantas de capim-quicuí/vaso. O aumento da densidade de plantas de capim-quicuí não influenciou o teor de cálcio nas plantas de milho, contudo, os conteúdos deste nutriente foram reduzidos em 6,4, 19,3, 41,9 e 64,5% com as densidades de uma, duas, três e quatro plantas de capim-quicuí/vaso. Assim como discutido para o nitrogênio e fósforo, mesmo sem influência significativa do aumento de densidade do capim-quicuí nos teores, a redução significativa da MPAS também foi fator determinante para a redução do conteúdo de cálcio. Os teores de magnésio na parte aérea do milho que conviveram com uma, duas, três e quatro plantas de capim-quicuí/vaso foram reduzidos em 6,9, 10,3, 13,8 e 20,6% em relação ao teor no milho sem interferência. Já os conteúdos tiveram maiores reduções percentuais, de 16,7, 30, 50 e 63% para as mesmas densidades de plantas de capim-quicuí/vaso, respectivamente, evidenciando, mais uma vez, que a massa de parte aérea seca do milho em cada densidade de infestação foi fator importante para a diferença entre as intensidades das reduções percentuais do teor e do conteúdo do nutriente. Os teores de enxofre nas plantas de milho crescidas sem interferência e com uma planta de capim-quicuí/vaso foram iguais a 33,6 g kg<sup>-1</sup>, com duas e três os teores foram numericamente próximos e iguais a 27,5 e 27,2 g kg<sup>-1</sup>, respectivamente, e na maior densidade de 19,7 g kg<sup>-1</sup>, ocasionando reduções de 18,1, 19 e 41,4% nestas três últimas densidades de infestação. Os conteúdos de enxofre nas plantas de milho tiveram reduções de 26,4, 23,5, 50 e 73,5% quando conviveram com uma, duas, três e quatro plantas de capim-quicuí/vaso, respectivamente. Em trabalhos conduzidos em campo constatou-se que o aumento da densidade de plantas de capim-braquiária provocou reduções dos teores de nitrogênio, fósforo e potássio (Freitas et al., 2015) e de nitrogênio e fósforo (Silva et al., 2015) em plantas de milho.

#### 4. Conclusão

O aumento da densidade de plantas de capim-quicuí crescidas simultaneamente com o milho provoca redução da massa seca e dos conteúdos de macronutrientes (nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio e enxofre) da parte aérea das plantas da cultura. Os teores de fósforo e de cálcio da parte aérea do milho não são afetados pela convivência com a planta daninha.

#### Referências

- Almeida, M. O. et al. (2015). Interação entre volume de vaso e competição com plantas daninhas sobre o crescimento da soja. *Revista Ceres*, 62, 524-530.
- Cardoso, J. A.; Jiménez, J. C. & Rao, I. M. (2014). Waterlogging-induced changes in root architecture of germplasm accessions of the tropical forage grass *Brachiaria humidicola*. *AoB PLANTS*, 6.
- Carvalho, F. P. et al. (2011). Alocação de matéria seca e capacidade competitiva de cultivares de milho com plantas daninhas. *Planta Daninha*, 29, 373-382.
- Cohn, A. S. et al. (2014). Cattle ranching intensification in Brazil can reduce global greenhouse gas emissions by sparing land from deforestation. *PNAS*, 111, 7236-7241.
- Concenço, G. et al. (2012). Weeds infestation in corn intercropped with forages at different planting densities. *Planta Daninha*, 30, 721-728.
- Cortner, O. et al. (2019). Perceptions of integrated crop-livestock systems for sustainable intensification in the Brazilian Amazon. *Land Use Policy*, 82, 841-853.

- Cruz, C. D. (2006). *Programa Genes: estatística experimental e matrizes*. 285 p.
- Embrapa. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. (2009). *Manual de análises químicas de solo, plantas e fertilizantes*. 2 ed. 627p.
- Faria, R. M., Barros, R. E., & Tuffi Santos, L. D. (2014). Weed interference on growth and yield of transgenic maize. *Planta Daninha*, 32, 515-520.
- Feitoza, R. B. B. et al. (2020). Evaluation of the phytotoxicity of *Urochloa humidicola* roots by bioassays and microscopic analysis. Characterization of new compounds. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 68, 4851-4864.
- Feller, A. A. (2023). Produtividade da *Urochloa humidicola* em diferentes doses de nitrogênio e potássio na região do Vale do Jamari, Rondônia. *Research, Society and Development*, 12, e18812842993-e18812842993.
- Frandonoso, F. et al. (2019). Competition of maize hybrids with alexandergrass (*Urochloa plantaginea*). *Australian Journal of Crop Science*, 13, 1447-1455.
- Freitas, M. A. M. et al. (2015). Levels of nutrients and grain yield of maize intercropped with signalgrass (Brachiaria) in different arrangements of plants. *Planta Daninha*, 33, 49-56.
- Freitas, M. A. M. et al. (2018). Biological attributes of soil cultivated with corn intercropped with *Urochloa brizantha* in different plant arrangements with and without herbicide application. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 254, 35-40.
- Guarnieri, A. et al. (2019). Agronomic and productive characteristics of maize and Paiguas palisadegrass in integrated production systems. *Semina: Ciências Agrárias*, 40, 1185-1198.
- Jiménez, J. D. L. C. et al. (2021). The barrier to radial oxygen loss impedes the apoplastic entry of iron into the roots of *Urochloa humidicola*. *Journal of Experimental Botany*, 72, 3279-3293.
- Martins, C. D. M. et al. (2013). Consumo de forragem e desempenho animal em cultivares de *Urochloa humidicola* sob lotação contínua. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 48, 1402-1409.
- Mingotte, F. L. C. et al. (2020). Impact of crop management and no-tillage system on grain and straw yield of maize crop. *Cereal Research Communications*, 48, 399-407.
- Pereira, F. J. et al (2008). Evolução da anatomia radicular do milho 'Saracura' em ciclos de seleção sucessivos. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 43, 1649-1656.
- Pereira A. S. et al. (2018). *Metodologia da pesquisa científica*. [free e-book]. Santa Maria/RS. Ed. UAB/NTE/UFSM.
- Piano, J. T. et al. (2019). Decomposition and nutrients cycling of residual biomass from integrated crop-livestock system. *Australian Journal of Crop Science*, 13, 739-745.
- Queiroz, R. F. et al. (2016). Maize intercropped with *Urochloa ruziziensis* under no-tillage system. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, 46, 238-244.
- Salton, J. C. et al (2014). Integrated crop-livestock system in tropical Brazil: toward a sustainable production system. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 190, 70-79.
- Saraiva, F. M. et al. (2014). Root development and soil carbon stocks of tropical pastures managed under different grazing intensities. *Tropical Grasslands*, 2, 254-261.
- Sardana, V. et al. (2017). Role of competition in managing weeds: an introduction to the special issue. *Crop Protection*, 95, 1-7.
- Schuster, M. Z. et al. (2016). Grazing intensities affect weed seedling emergence and the seed bank in a integrated crop-livestock system. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 232, 232-239.
- Silva, D. V. et al. (2015). Produtividade e teor de nutrientes do milho em consórcio com braquiária. *Ciência Rural*, 45, 1394-1400.
- Souza Filho, A. P. D. S.; Pereira, A. A. G. & Bayma, J. D. C. (2005). Aleloquímico produzido pela gramínea forrageira *Brachiaria humidicola*. *Planta daninha*, 23, 25-32.
- Souza, V. S. et al. (2025). Maize-Urochloa grass intercropping: an option for improving sustainable agriculture in the brazilian savannah. *Experimental Agriculture*, 61, e17.
- Swanton, C. J.; Nkoa, R.; Blackshaw, R. E. (2015). Experimental methods for crop-weed competition studies. *Weed Science*, 63, 2-11.
- Villegas, D. M. et al. (2023). Phenotyping of *Urochloa humidicola* grass hybrids for agronomic and environmental performance in the Piedmont region of the Orinoquian savannas of Colombia. *Grass and Forage Science*, 78, 119-128.