

COMPATIBILIDADE ECOFISIOLÓGICA INTERESPECÍFICA DE PLANTAS DE ARROZ E DE MILHO

Thais Stradioto Melo¹; Laryssa Barbosa Xavier da Silva²; Leandro Galon³;
Alexssandra Dayane Soares de Campos⁴; Germani Concenção⁵

Palavras-chave: ensaio aditivo; ensaio substitutivo; competição; associação de espécies.

Introdução

As terras baixas do RS, do ponto de vista agrônomo, somam em torno de 4 milhões de hectares, apresentando, portanto, potencial latente para uso na produção agrícolas de grãos ou de animais. No entanto, o cenário agrícola dessa região passou por mudanças, inicialmente com a introdução da soja, que acabou se consolidando pela sua alta rentabilidade principalmente quando cultivada no sistema sulco-camalhão (Parfitt et al., 2017). A consolidação da viabilidade técnica e econômica da rotação de arroz com espécies de sequeiro nas terras baixas, aliada à escassez de milho, acabou por abrir portas também para essa cultura no ambiente de terras baixas, com foco em suprir a indústria de rações para alimentação animal.

O primeiro ponto a ser analisado para o sucesso de uma associação de cultivos é a compatibilidade ecofisiológica entre as espécies envolvidas em determinada comunidade de plantas (Pierre et al., 2022). Sendo assim, objetivou-se com o trabalho avaliar a habilidade competitiva das culturas de milho e arroz, semeadas em diferentes proporções de plantas, em terras baixas de clima temperado.

Material e Métodos

Os experimentos foram conduzidos em ambiente controlado, em casa de vegetação nas instalações da Embrapa Clima Temperado, Estação Experimental Terras Baixas, Capão do Leão-RS. O solo é caracterizado como Planossolo Háplico Eutrófico Gleissólico (Embrapa, 2013) previamente corrigido com calcário Filler PRNT 102% e adubado com a formulação N-P-K (05-20-20). A interpretação da análise considerou as Recomendações Técnicas para a cultura em questão nos estudos preliminares com as culturas isoladas (pré-ensaios), e respeitou aquela cultura com maior exigência, quando as espécies foram consorciadas (ensaios substitutivos).

Antes de executar os ensaios substitutivos confrontando as espécies, foi realizado um pré-ensaio para cada cultura avaliada (milho BM 3066 PRO2, arroz BRS Pampeira), em monocultivo para estimar a densidade de plantas em que a produção final de massa seca da parte aérea atingisse rendimento constante (Bianchi et al., 2006). Cada pré-ensaio foi instalado com semeadura no início de setembro, sendo repetidos em casa de vegetação distinta no mesmo ano (2019/20), com semeadura no início de outubro. O pré-ensaio constou de dez unidades experimentais de cada espécie em monocultivo, com densidades variáveis de plantas entre 15 e 680 plantas m⁻² para milho; e 15 e 1500 plantas m⁻² para arroz. As plantas foram mantidas em condições ideais de temperatura e umidade do solo ao longo de todo o ciclo. A densidade foi novamente contabilizada para confirmação das densidades finais no momento da coleta das massas secas.

¹ Doutora em Fisiologia Vegetal, Plantagro Assessoria Técnica, Nova Mutum – MT, thais.stradioto@plantagromt.com.br;

² Doutora em Fitotecnia, Universidade Federal de Viçosa – MG, laryssaxavier2@gmail.com;

³ Doutor em Fitotecnia, Universidade Federal da Fronteira Sul, Erechim – RS, leandro.galon@uffs.edu.br;

⁴ Mestre em Manejo e Conservação do Solo, Syngenta, Rio Verde – GO, alexssandradsdecampos@gmail.com;

⁵ Doutor em Fitotecnia, Embrapa Clima Temperado, Pelotas – RS, germani.concencao@embrapa.br.

Aos 50 DAE das espécies, coletou-se a parte aérea das plantas de milho e arroz, em cada unidade experimental, para determinar a massa seca (MS), sendo essa quantificada pela pesagem, após serem secas em estufa de circulação forçada de ar a temperatura de $65 \pm 5^\circ\text{C}$ até se atingir massa constante. Através dos valores médios de MS das espécies obteve-se a densidade mínima a partir da qual a produção final de massa seca é constante (Figuras 1 e 2). O ajuste da regressão linear segmentada, para determinação do ponto exato de inflexão, foi feito no ambiente estatístico “R” com função disponibilizada pelo pacote “segmented” (R Core Team, 2025).

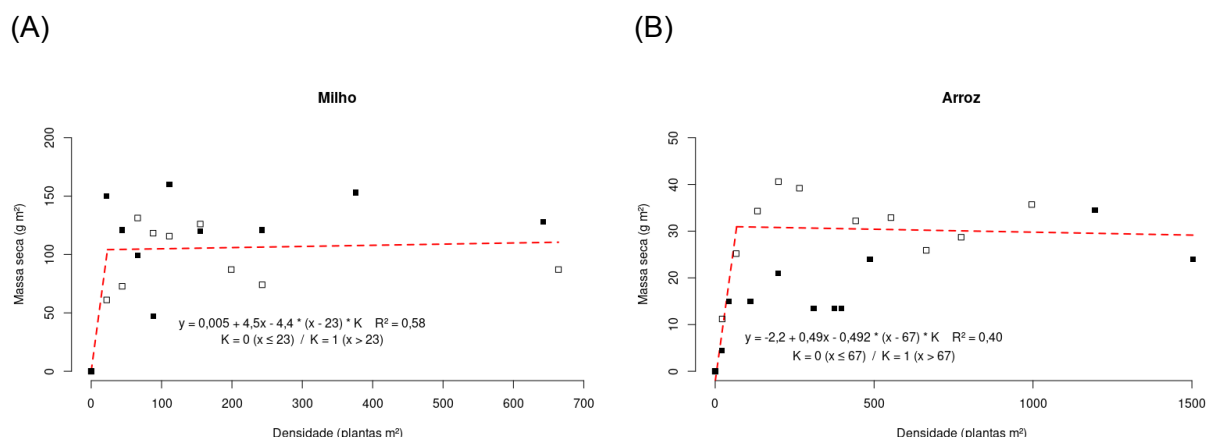


Figura 1. Rendimento final constante de massa seca da parte aérea de Milho BM 3066 PRO2 (A) e de Arroz BRS Pampeira (B), em função da densidade de plantas em experimentos aditivos. Modelagem combinada dos experimentos 1 (■) e 2 (□).

As mínimas densidades que conferem a máxima habilidade competitiva à espécie (produção final constante, ou $K=0 / K=1$) é de 23 e 67 plantas m^{-2} para milho e arroz, respectivamente (Figuras 1A, 1B).

O experimento de série de substituição (arroz : milho) foi instalado duas vezes, concomitantemente em duas casas de vegetação distintas, em delineamento em blocos ao acaso, com quatro repetições. A semeadura ocorreu em dezembro. Os tratamentos foram dispostos em série de substituição, sempre considerando a máxima densidade avaliada (100%) como a mais equivalente possível ao ponto de inflexão ($K=0 / K=1$), determinada nos pré-ensaios (Figura 1). Cada experimento em série substitutiva foi composto por 20 vasos de mesmo tamanho dos utilizados nos pré-ensaios (13 dm^3 de solo), com as seguintes proporções de plantas : 0: 100%; 25:75%; 50:50%; 75:25% e 100:0%.

Aos 50 DAE das espécies efetuou-se a coleta da parte aérea de todas as plantas em cada unidade experimental, para secagem em estufa de circulação forçada de ar a temperatura de $60 \pm 5^\circ\text{C}$ para obtenção da massa seca (MS).

Por meio de gráficos em série substitutiva foram estabelecidos os valores esperados de acúmulo de massa seca em função da proporção de plantas nas associações conforme Galon et al. (2025). Os valores esperados (teóricos) são indicados como linhas retas pontilhadas, enquanto os valores observados (experimentais) são modelados por regressões do tipo Loess com linhas sólidas e os respectivos intervalos de confiança a 95% ($n = 8$). Esta análise foi baseada na construção de um diagrama baseado nas variações das produtividades relativas (PR's) de cada espécie pela equação: $PR(A) = PA \text{ AMIX} / AMON$, onde PA é a proporção da espécie A na mistura; Amix é a produtividade da espécie A na mistura; e Amon é a produtividade da espécie A em monocultura. Quando o intervalo de confiança do PRA (experimental) inclui a linha pontilhada (observado = esperado), a capacidade competitiva de ambas as espécies é igual. PR abaixo do esperado indica prejuízo ao crescimento da espécie, e PR acima do esperado indica benefício ao crescimento da espécie. O mesmo ocorre para a espécie B (PRB).

Para os valores de PRT, a equação considera o somatório das espécies: $PRT = PRA + PRB$. Quando $PRT = 100\%$, há competição pelos mesmos recursos; valores de $PRT > 100\%$ indicam que a competição é evitada, e valores de $PRT < 100\%$ indicam prejuízo mútuo para o crescimento (Bianchi et al., 2006). As diferenças entre os tratamentos para valores estimados e observados de PR e PRT são comparadas por seus intervalos de confiança da média a 95%, sendo consideradas distintas quando os valores estimados não se incluem na faixa do respectivo intervalo de confiança das médias observadas.

Resultados e Discussão

As análises gráficas demonstram diferenças de comportamento entre milho e arroz. Ocorreu diferença negativa entre o valor esperado e estimado para a cultura do arroz, enquanto o milho não diferiu do esperado para nenhuma proporção de plantas (Figura 2).

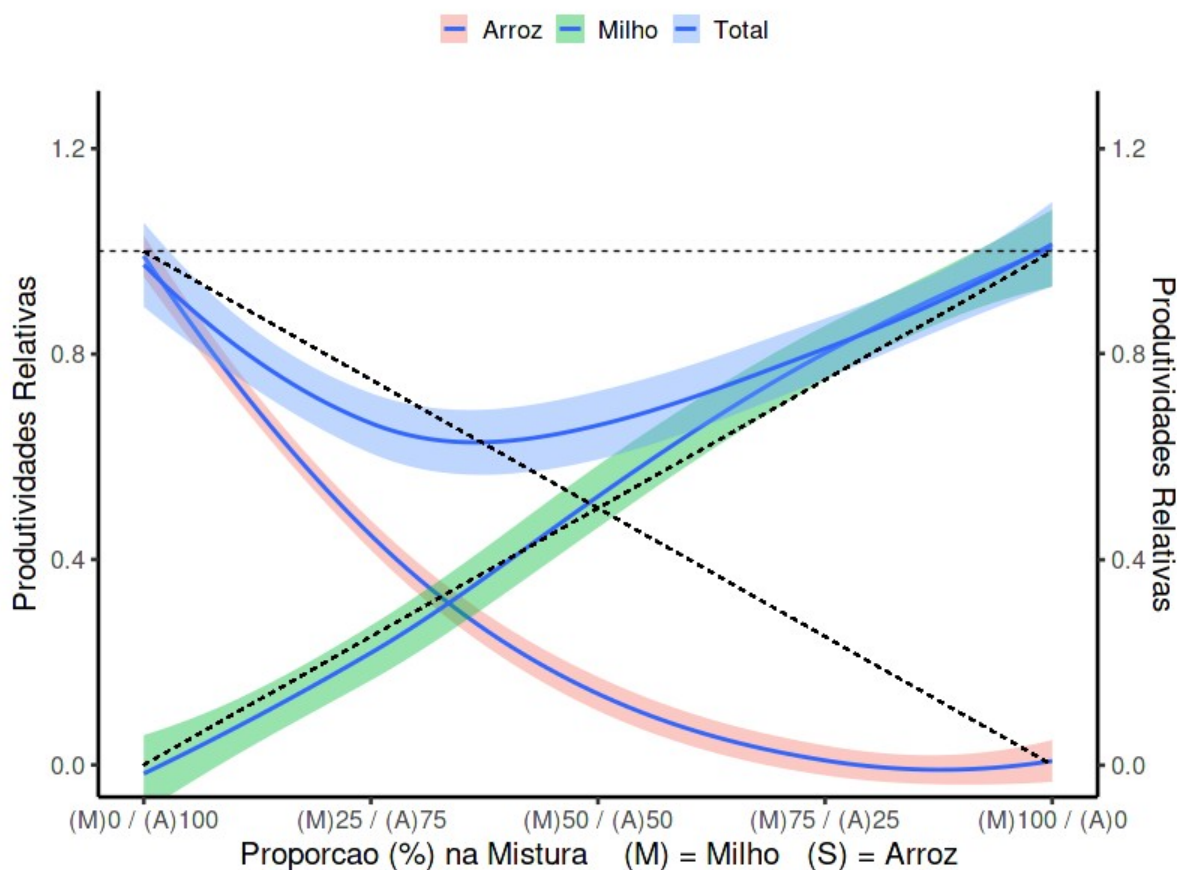


Figura 2. Produtividade relativa (PR) para massa seca das plantas de milho ■, arroz ■, e produtividade relativa total (PRT) da comunidade ■ em função da proporção de plantas.

Observou-se, portanto, que o arroz foi afetado pela competição com o milho, em todas as proporções, com supressão maior na proporção 50 : 50. O acúmulo de massa seca pelo arroz foi menos da metade do esperado (Figura 2). Em virtude da cultura do arroz ser impactada negativamente pela presença do milho, sem benefício aparente dessa associação para o milho, o desempenho da comunidade foi aquém do esperado. O pior resultado para a comunidade foi observado quando 25% de plantas de milho competiam com 75% de plantas de arroz. Nessa proporção, o milho não estava em densidade mínima que lhe permitisse acumular razoável quantidade de massa seca, mas essa proporção já foi suficiente para impactar severamente o desempenho do arroz.

O arroz não tem elevada capacidade de competir com outras plantas, especialmente gramíneas agressivas como forrageiras; um dos motivos são as diferentes vias fotossintéticas, ou seja, o arroz é C_3 , e forrageiras e a cultura do milho são C_4 , o que resulta em uma maior habilidade de competição em comparação com espécies C_3 .

Quando uma espécie for mais competitiva que a outra, de forma geral, essa terá maior capacidade de assimilação dos recursos que estão disponíveis no meio, e além de aumentar o potencial de desenvolvimento e crescimento, e conseqüentemente gerando danos ao competidor (Galon et al., 2025). Quando ocorre competição por luz, frequentemente há comprometimento do desenvolvimento da área foliar e aumento da massa seca; com a proximidade das plantas ocorre interferência na formação das folhas e interferência no crescimento, afetando a produtividade de uma ou ambas as espécies, inviabilizando sua associação sem que extensos ajustes fitotécnicos sejam realizados.

Conhecer a dinâmica da competitividade entre as espécies, assim como o efeito da associação dessas em características morfológicas principalmente quando se trata de culturas de interesse como o milho e o arroz, torna-se importante para se avaliar os prejuízos causados pela competição bem como para se planejar interações entre espécies quando se deseja trabalhar com associações de cultivos.

Conclusões

Os dados do presente estudo evidenciam grande incompatibilidade ecofisiológica entre as culturas do milho e do arroz, com vistas à viabilização de sistemas de consórcios de cultivos.

Referências

Bianchi, M. A.; Fleck, N. G.; Lamego, F. P. 2006. Proporção entre plantas de soja e plantas competidoras e as relações de interferência mútua. **Ciência Rural**. 36: 1380-1387.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Online: <https://www.embrapa.br/solos/sibcs>

GALON, L.; FRANCESCHETTI, M.B.; BERNARDI, N.D.C.; BRUNETTO, L.; CONCENÇO, G.; MENEGAT, A.D.; SILVA, A.M.L.; PERIN, G.F. Habilidade competitiva de milho com espécies de plantas daninhas em função da característica transgênica inserida. **Revista Caatinga**, v.38, e11990, 2025. <https://doi.org/10.1590/1983-21252025v3811990rc>

PARFITT, J.M.B.; WINKLER, A.S.; PINTO, M.A.B.; SILVA, J.T.; TIMM, L.C. Irrigação e drenagem para cultivo de soja e milho. In: EMYGDIO, B.M.; ROSA, A.P.S.A.; OLIVEIRA, A.C.B. (Eds.) **Cultivo de soja e milho em terras baixas do Rio Grande do Sul**. Brasília: Embrapa, 2017.

PIERRE, J.F. et al. Maize legume intercropping systems in southern Mexico: A review of benefits and challenges. **Ciência Rural**, v.52:11, e20210409, 2022.

R Core Team. 2025. **R: A language and environment for statistical computing**. R Foundation for Statistical Computing. <http://www.R-project.org/>.