

Eventos Técnicos & Científicos

ISSN 3085-735X
Agosto, 2024

2

Resumos

XIII Jornada Científica da Embrapa Agrossilvipastoril
30 de agosto de 2024 - Auditório da Embrapa Agrossilvipastoril



30 de Agosto de 2024

Sinop, MT



ISSN 3085-735X

Agosto, 2024

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrapa Agrossilvipastoril
Ministério da Agricultura e Pecuária

Eventos Técnicos & Científicos 2

Resumos do
XIII Jornada Científica da Embrapa Agrossilvipastoril

Embrapa
Brasília, DF
2024

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

Embrapa Agrossilvipastoril

Rodovia dos Pioneiros, MT 222, km 2,5
Caixa Postal: 343
78550-970 Sinop, MT
Fone: (66) 3211-4220
Fax: (66) 3211-4221
www.embrapa.br/
www.embrapa.br/fale-conosco/sac

Unidade responsável pelo conteúdo e pela edição

Embrapa Agrossilvipastoril

Comitê de publicações

Presidente

Flávio Jesus Wruck

Secretário-executivo

Dulândula Silva Miguel Wruck

Membros

Aisten Baldan, Alexandre Ferreira do Nascimento, Daniel Rabelo Ituassú, Eulalia Soler Sobreira Hoogerheide, Fernanda Satie Ikeda, Jorge Lulu, Rodrigo Chelegão, Vanessa Quitete Ribeiro da Silva

Normalização bibliográfica

Aisten Baldan (CRB 1/2757)

1ª edição

Publicação digitalizada (2024)

Todos os direitos reservados.

A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP).

Embrapa Agrossilvipastoril.

Jornada Científica da Embrapa Agrossilvipastoril (13. : 2024 : Sinop, MT)

Resumos ... / XIII Jornada Científica da Embrapa Agrossilvipastoril / Aisten Baldan ... [et al.], editores técnicos – Sinop, MT: Embrapa Agrossilvipastoril, 2024.

PDF (77 p.) : il. color ; 21 cm x 29 cm. – (Eventos Técnicos & Científicos / Embrapa Agrossilvipastoril, ISSN 3085-735X; 2).

1. Congresso. 2. Agronomia. 3. Ciências ambientais. 4. Zootecnia. I. Baldan, Aisten. II. Silva, Ana Paula Moura da. III. Silva, Bruno Rafael da. IV. Guedes, Danielle Viveiros. V. Ramos Júnior, Edison Ulisses. VI. Pinto, Joyce Mendes Andrade. VII. Pitta, Rafael Major. VIII. Bicudo, Rogério de Campos. IX. Spera, Silvio Tulio. X. Embrapa Agrossilvipastoril. XI. Título. XII. Série.

CDD 607

Aisten Baldan (CRB 1/2757)

© Embrapa 2024

Editores Técnicos

Aisten Baldan

Bibliotecário, especialista em Arquitetura da Informação, analista da Embrapa Agrossilvipastoril, Sinop, MT

Ana Paula Moura da Silva

Engenheira agrônoma, mestre em Fitotecnia, analista da Embrapa Agrossilvipastoril, Sinop, MT

Bruno Rafael da Silva

Químico, mestre em Química Analítica, analista da Embrapa Agrossilvipastoril, Sinop, MT

Danielle Viveiros Guedes

Psicóloga, mestre em Psicologia, analista da Embrapa Agrossilvipastoril, Sinop, MT

Edison Ulisses Ramos Junior

Engenheiro-agrônomo, doutor em Agronomia, pesquisador da Embrapa Soja, Sinop, MT

Joyce Mendes Andrade Pinto

Bióloga, doutora em Genética e Melhoramento de Plantas, analista da Embrapa Agrossilvipastoril, Sinop, MT

Rafael Major Pitta

Engenheiro agrônomo, doutor em Ciências, pesquisador da Embrapa Agrossilvipastoril, Sinop, MT

Rogério de Campos Bicudo

Químico, doutor em Química analítica, analista da Embrapa Agrossilvipastoril, Sinop, MT

Silvio Tulio Spera

Engenheiro-agrônomo, doutor em Agronomia, pesquisador da Embrapa Agrossilvipastoril, Sinop, MT

Comissão Organizadora

Aisten Baldan
Ana Paula Moura da Silva
Bruno Rafael da Silva
Danielle Viveiros Guedes
Gabriel Rezende Faria
Edison Ulisses Ramos Júnior
Joyce Mendes Andrade Pinto
Rafael Major Pitta
Renato da Cunha Tardin Costa
Rogério de Campos Bicudo
Silvio Tulio Spera

Realização

Embrapa Agrossilvipastoril – Comitê de Iniciação Científica.

Apresentação

A XIII Jornada Científica da Embrapa Agrossilvipastoril (JCEA) promove a divulgação dos resultados científicos de pesquisa desenvolvidos pelos bolsistas PIBIC/PIBITI do ciclo 2023/2024. Nesta edição serão apresentados onze trabalhos nas diferentes áreas do conhecimento, como: fitopatologia; produção animal; silvicultura; matologia; genética e melhoramento vegetal; física, manejo e conservação do solo; manejo e tratos culturais; e pré-processamento de produtos agrícolas. A Jornada Científica da Embrapa Agrossilvipastoril é uma oportunidade para o intercâmbio de conhecimento entre pesquisadores e estudantes, contribuindo para a formação de novos cientistas e o avanço da pesquisa agropecuária.

Laurimar Goncalves Vendrusculo
Chefe-Geral da Embrapa Agrossilvipastoril

SUMÁRIO

Crescimento vegetativo de limeira-ácida ‘Tahiti’ sobre porta-enxertos de citros em Mato Grosso	7
Índices técnicos para o sistema de produção de gergelim na região norte do Mato Grosso.....	13
Diversidade genética no melhoramento participativo da mandioca para o norte do Mato Grosso	18
Validar clones de eucalipto para produção de biomassa para usinas de etanol de milho de Mato Grosso	25
A cultura antecessora não influencia a qualidade de grãos de soja	32
Atributos de solo e produtividade de arroz em diferentes sistemas de produção.....	38
Sistema tropical de produção de leite.....	45
Mapeamento de atributos físicos do solo em sistemas de integração Lavoura-Pecuária (ILP).....	50
Tolerância de genótipos de feijão-caupi ao herbicida fomesafen	57
Estudo comparativo de métodos de inoculação em plantas de soja de fungos fitopatogênicos sob condições controladas	64
Propriedades físicas e tecnológicas de arroz produzido em sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta	70



Crescimento vegetativo de limeira-ácida 'Tahiti' sobre porta-enxertos de citros em Mato Grosso

José Leonardo Lima Torres^{1*}, Givanildo Roncatto², Sandro Marcelo Caravina³, Sílvia de Carvalho Campos Botelho⁴, Marcelo Ribeiro Romano⁵ e Polyana Rafagnin⁶

^{1*} Estudante de graduação da Faculdade de Sinop, Sinop, MT, jlimatorres308@gmail.com;

² Engenheiro agrônomo, doutor em Agronomia, pesquisador da Embrapa Agrossilvipastoril, Sinop, MT, givanildo.roncatto@embrapa.br;

³ Engenheiro agrônomo, doutorando em Agronomia pelo Instituto Federal Goiano, Rio Verde, GO, sandro.caravina@ifmt.edu.br;

⁴ Engenheira agrícola, doutora em Engenharia agrícola, pesquisadora da Embrapa Agrossilvipastoril, Sinop, MT, silvia.campos@embrapa.br;

⁵ Engenheiro agrônomo, doutor em Agronomia, pesquisador da Embrapa Mandioca e Fruticultura, Cruz das Almas, BA, marcelo.romano@embrapa.br;

⁶ Estudante de graduação do Instituto Federal de Ciência e Tecnologia de Educação, Ciência e Tecnologia IFMT, Campus Avançado Guarantã do Norte, Guarantã do Norte, MT, polyanarafagnin123@gmail.com.

Resumo

A escolha de porta-enxertos resistentes a gomose-dos-citros é um dos pilares da citricultura mundial e, por isso, um ponto de partida para o desenvolvimento da cadeia produtiva dos citros. O objetivo do trabalho foi avaliar o crescimento vegetativo da limeira-ácida 'Tahiti' sob porta-enxertos cítricos no Instituto Federal de Mato Grosso, em Guarantã do Norte, MT. O delineamento experimental foi em blocos ao acaso com 12 tratamentos, quatro repetições e cinco plantas na parcela. Os tratamentos foram: limoeiro 'Cravo Santa Cruz', limoeiro 'Cravo CNPMF - 003', citrumelo 'Swingle', tangerineira 'Sunki Tropical', citrandarin 'San Diego', citrandarin 'Índio', HTR - 069, TSKC x TRFD - 003, TSKC x TRFD - 006, TSKC x CTSW - 028, TSKC x (LCR x TR) - 059 e LVK x LCR - 038. As variáveis avaliadas foram altura da planta, diâmetro do tronco do porta-enxerto, diâmetro do tronco do enxerto, relação de compatibilidade porta-enxerto/enxerto, diâmetro da copa, volume da copa e índice de vigor vegetativo. Todas as combinações copa/porta-enxerto apresentaram compatibilidade de enxertia. À exceção do citrandarin 'San Diego', o maior crescimento vegetativo foi observado nas plantas sobre os porta-enxertos comerciais, enquanto HTR - 069 induziu o menor crescimento vegetativo.

Palavras-Chave: Citrus, variedade, porta-enxerto, gomose, híbrido.

Vegetative growth 'Tahiti' acid lime on citrus rootstocks in Mato Grosso

Abstract

The choice of rootstocks resistant to citrus gummosis is one of the pillars of citrus growing worldwide and, therefore, base for the development of the citrus production chain. The objective was to evaluate vegetative growth and production of acid lime 'Tahiti' on citrus rootstocks at Federal Institute of Mato Grosso, in Guarantã do Norte, MT. The experimental design was a randomized block with 12 treatments, four replications and five plants in the plot. The treatments were: 'Cravo Santa Cruz', Cravo lemon tree, 'Cravo CNPMF - 03', citrumelo 'Swingle', 'Sunki Tropical' tangerine, citrandarin 'San Diego', citrandarin 'Índio', HTR - 069, TSKC x TRFD - 003, TSKC x TRFD - 006, TSKC x CTSW - 028, TSKC x (LCR x TR) - 059 and LVK x LCR - 038. The variables evaluated were plant height, rootstock trunk diameter, graft trunk diameter, rootstock/graft compatibility ratio, crown diameter, crown volume and vegetative vigor index (IVV). All crown/rootstock combinations showed graft compatibility of the crowns. With the exception of citrandarin 'San Diego', the highest vegetative growth were observed in plants on comercial rootstocks, while HTR - 069 induced the lowest vegetative growth.



Key-words: Citrus, variety, rootstocks, gummy, hybrid.

Introdução

A produção nacional da limeira-ácida 'Tahiti' é de 1,3 milhão de toneladas. A citricultura no Mato Grosso é considerada incipiente, pois conta com uma produção de 2,9 mil toneladas de limões, em uma área colhida de 317 hectares (IBGE, 2024). A partir da década de 1960, a citricultura no Brasil (Cunha Sobrinho *et al.*, 2013) foi estabelecida sobre apenas um porta-enxerto, que foi o limoeiro 'Cravo'. Ele estabelece diversas características de interesse abrangente à planta cítrica, como a maior produtividade de frutos, o início precoce de produção e a tolerância à seca, além de bom comportamento em solos arenosos e tolerância à tristeza-dos-citros (Pompeu Junior *et al.*, 2008). Porém, esse porta-enxerto por ser suscetível à gomose-dos-citros, especialmente quando sob a copa da limeira ácida 'Tahiti', acaba sendo limitante à expansão da citricultura no Estado do Mato Grosso.

Por isso, a busca por resistência a esse patógeno se tornou indispensável devido a sua alta taxa de dano à cultura de citros, resultando em enormes prejuízos em todas as regiões. No entanto, a combinação apropriada de porta-enxerto e copa é extremamente importante, uma vez que a interação entre eles irá determinar características fundamentais para cultura, como, por exemplo, a produção, a qualidade dos frutos, a resistência a algumas doenças, o tamanho da copa e as necessidades nutricionais (Schäfer *et al.*, 2001; Cerqueira *et al.*, 2004; Soares *et al.*, 2015).

O porta-enxerto é tão ou até mais relevante que a copa no que diz respeito ao planejamento de um pomar (Neves; Jank, 2006). De acordo com Bravo e Gallardo (1994), o porta-enxerto influencia diretamente as copas na adaptação a condições edafoclimáticas distintas, na qualidade da fruta, nos níveis de produção e na resistência às doenças. Por isso, o objetivo deste trabalho foi avaliar o crescimento vegetativo da limeira-ácida 'Tahiti' em combinação com porta-enxertos cítricos no bioma Amazônico do norte de Mato Grosso.

Material e métodos

O experimento foi instalado em 09 de dezembro de 2016 em Guarantã do Norte, na área experimental do Instituto Federal de Mato Grosso (IFMT), Campus de Guarantã do Norte, estando localizado nas coordenadas geográficas 09°47'15"S e 54°54'36"W, altitude de 345 m. O clima é do tipo Am (tropical monçônico), conforme a classificação de Köppen-Geiger, com temperatura média de 25,3°C e precipitação média anual de 2174 mm. O solo foi classificado como Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico.

O delineamento experimental foi o de blocos casualizados, com 12 tratamentos e quatro repetições, cinco plantas/parcela. O espaçamento foi de 6,25 m x 2,75 m, e a densidade de plantio de 582 pl ha⁻¹. Os porta-enxertos avaliados compreenderam os



citrandarins 'Indio' [*C. sunki* (Hayata) hort ex Tanaka x *Poncirus trifoliata* (L.) Raf. 'English'] (CTRI) e 'San Diego' (*C. sunki* x *P. trifoliata* 'Swingle') (CTRSD), citrumelo 'Swingle' (*C. paradisi* Macfad. x *P. trifoliata*) (CTSW), limoeiro clones 'Santa Cruz' (LCRSC) e 'CNPMF-003' (LCR - 003), tangerineira 'Sunki Tropical' (*C. sunki*) (TSKT), e os híbridos HTR - 069, TSKC x (LCR x TR) - 059, LVK x LCR - 038, TSKC x CTSW - 028, TSKC x TRFD - 003 e 006, gerados pelo Programa de Melhoramento Genético de Citros da Embrapa Mandioca e Fruticultura - PMG Citros. As siglas HTR, TSKC, LCR, TR, LVK e TRFD correspondem a, respectivamente, híbrido trifoliolado, tangerineira 'Sunki' comum, limoeiro 'Cravo', *P. trifoliata*, limoeiro 'Volkameriano' (*C. volkameriana* V. Ten. & Pasq.), *P. trifoliata* 'Flying Dragon' e limoeiro 'Rugoso da Florida' (*C. jambhiri* Lush.). A variedade copa foi a limeira ácida 'Tahiti CNPMF - 02' (Guarantã do Norte). O material genético para a constituição das mudas utilizadas no experimento proveio do PMG Citros.

O pomar, desde sua implantação, recebeu irrigação em situações de déficit hídrico, sendo os tratamentos culturais realizados de acordo com as recomendações técnicas para a limeira ácida 'Tahiti', com aplicação anual de 220 g de N/planta. Aos cinco anos e meio de idade foram avaliados os seguintes caracteres: altura de planta, diâmetro do caule (10 cm acima e abaixo da linha de enxertia), diâmetro, volume da copa, este calculado pela fórmula $V=2/3 \times [(\pi \times D/4) \times H]$ e Índice de Vigor Vegetativo (IVV), calculado pela fórmula $IVV = [H + D + (DPE \times 10)]/100$, H é a altura da planta (cm), D é o diâmetro da copa (cm) e DPE é o diâmetro de tronco do porta-enxerto (cm) (Bordignon *et al.*, 2003a). Os dados foram submetidos à análise de variância, teste F e as médias comparadas pelo teste de Scott-Knott a 5% de significância, com auxílio do Programa SISVAR.

Resultados e discussão

Observa-se na Tabela 1 em Guarantã do Norte que na altura de plantas, o teste de médias separou os genótipos em quatro agrupamentos. O primeiro apresentou alturas entre 4,41 m e 4,61 m, destacando-se nesse grupo o LCR - 003. O CTRSD, CTSW, os híbridos TSKC x TRFD - 003 e TSKC x CTSW - 028 formaram o segundo grupo, com médias de altura entre 4,12 m e 4,34 m. O terceiro grupo com os híbridos TSKC x TRFD - 006, HTR - 069, LVK x LCR - 038 e TSKC x (LCR x TR) - 059 apresentaram valores entre 3,65 m e 3,86 m. O híbrido LRF x (LCR x TR) - 005, determinou a menor altura de planta, com média em torno de 2,91 m. Os resultados de altura de planta, embora preliminares, dão um indicativo dos porta-enxertos com tendência a redução do tamanho da copa e daqueles com tendência a determinar tamanhos de copa mais acentuados (Bordignon *et al.*, 2003a, b).



Tabela 1 – Altura da planta (AP), diâmetro do caule, abaixo (DC1) e acima (DC2) da linha de enxertia, diâmetro da copa (DCP), volume de copa (VCP) e índice de vigor vegetativo (IVV) de limeira-ácida ‘Tahiti’ [*Citrus latifolia* (Yu. Tanaka) Tanaka] em combinação com diferentes porta-enxertos. Guarantã do Norte, MT, 2022.

Porta-enxertos ¹	AP (cm)	DC1 (mm)	DC2 (mm)	DC1/D C2	DCP (cm)	VCP (m ³)	IVV
LCR - 003	460,7 a	139,3 b	141,7 a	0,98 a	492,8 a	59,80 a	10,92a
CTRI	449,1 a	137,6 b	138,3 a	1,00 a	499,1 a	59,27 a	10,86 a
LCRSC	448,7 a	134,5 b	136,0 a	0,99 a	483,2 a	55,19 a	10,66 a
TSKT	441,2 a	144,0 a	147,4 a	0,98 a	464,0 b	50,77 b	10,47 a
CTSW	434,4 b	151,9 a	146,3 a	1,04 a	445,8 c	45,57 b	10,32 b
CTRSD	428,5 b	136,7 b	139,3 a	0,99 a	468,6 b	49,39 b	10,33 b
TSKC x CTSW - 028	415,7 b	133,6 b	134,6 a	1,00 a	465,5 b	48,72 b	10,15 b
TSKC x TRFD - 003	411,6 b	124,8 c	121,7 b	1,03 a	476,3 b	49,59 b	10,12 b
TSKC x (LCR x TR) - 059	386,3 c	130,0 c	133,2 a	0,98 a	461,4 b	43,16 c	9,77 b
LVK x LCR - 038	370,8 c	125,2 c	123,8 b	1,01 a	425,6 c	36,15 c	9,21 c
HTR - 069	368,3 c	134,2 b	131,6 a	1,02 a	412,2 c	33,42 d	9,23 c
TSKC x TRFD - 006	365,0 c	129,8 c	129,2 a	1,01 a	442,6 c	38,21 c	9,37 c
LRF x (LCR x TR) - 005	291,2 d	113,1 d	110,0 b	1,03 a	405,7 c	26,59 d	8,07 d
CV*	10,17	13,17	14,71	6,73	9,44	22,69	7,72

¹ CTRSD: citrandarin ‘San Diego’ [*C. sunki* (Hayata) hort. ex Tanaka x *Poncirus trifoliata* (L.) Raf. ‘Swingle’]; LCR - 003: limoeiro ‘Cravo’ (*C. limonia* Osbeck) clone ‘CNPMF - 003’; TSKT: tangerineira ‘Sunki Tropical’ (*C. sunki*); CTSW: citrumelo ‘Swingle’ (*C. paradisi* Macfad, x *P. trifoliata*); LCRSC: limoeiro ‘Cravo’ clone ‘Santa Cruz’; CTRI: citrandarin ‘Indio’ (*C. sunki* x *P. trifoliata* ‘English’); TSKC: tangerineira ‘Sunki’ comum; HTR: híbrido trifoliolado; TRFD: *P. trifoliata* ‘Flying Dragon’; LVK: limoeiro ‘Volkameriano’ (*C. volkameriana* V. Ten. & Pasq.); TR: *P. trifoliata*; LRF: limoeiro ‘Rugoso da Flórida’ (*C. jambhiri* Lush.).

* Médias seguidas pela mesma letra, na vertical, não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade; CV: coeficiente de variação, %.

Com relação às medidas de diâmetro do caule do porta-enxerto há uma separação dos genótipos em quatro grupos de médias, sendo que TSKC e CTSW alcançaram os maiores valores. Nota-se que no diâmetro do caule do enxerto que apenas os híbridos TSKC x CTSW – 028, TSKC x TRFD – 003 e LRF x (LCR x TR) - 005 apresentaram menores diâmetros. A relação DC1/DC2 não apresentou diferença entre os genótipos, destacando-se o CTSW com valor de 1,04. O diâmetro médio de copa apresentou três grupos de médias, os quais, à exceção do híbrido TSKC x (LCR x TR) - 059 que determinou a menor altura de planta, coincidiu com o observado nos agrupamentos dos porta-enxertos vigorosos e ananícantes, relativamente à altura de plantas (Marques, 2018).

O volume de copa foi a variável mais contrastante, com valores entre 26,59 m³ e 59,80 m³, considerando os distintos porta-enxertos, a exemplo do DCP e IVV que apresentaram comportamento semelhante. O CTRI, o LCR - 003 e o LCRSC determinaram à limeira-ácida ‘Tahiti’ as maiores médias, superando em torno de 4 m³ as médias do segundo grupo, no qual se incluiu o CTSW. O terceiro agrupamento de médias reuniu os híbridos LVK x LCR – 038 e TSKC x (LCR x TR) – 059, sendo que no quarto agrupamento os híbridos TSKC x TRFD – 006 e LRF x (LCR x TR) – 005 determinaram à limeira-ácida ‘Tahiti’ os menores volumes de copa, com redução média em torno 2 m³ na comparação



com os volumes obtidos no terceiro grupo. O diâmetro do caule acima da linha de enxertia apresentou evidências de correlação positiva com as características de altura de plantas e diâmetro da copa da limeira ácida ‘Tahiti’ (Costa, 2019).

Conclusão

As características de crescimento vegetativo de limeira ácida ‘Tahiti CNPMF 02’ são determinadas pelo porta-enxerto no bioma Amazônico do norte de Mato Grosso. Novos híbridos não comerciais de porta-enxerto são promissores para uso em pomares adensados de limeira-ácida ‘Tahiti’.

Agradecimentos

Os autores agradecem ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - CNPq pelo apoio financeiro, às instituições CNPMF, CPAMT, IFMT Campus Guarantã do Norte, Prefeitura Municipal de Guarantã do Norte e Empaer-MT, sem as quais esse trabalho não seria realizado.

Referências

- BORDIGNON, R.; MEDINA FILHO, H. P.; SIQUEIRA, W. J.; PIO, R. M. Características da laranja Valência sobre clones e híbridos de porta-enxertos tolerantes à tristeza. **Bragantia**, v. 62, n. 3, p. 381-395, 2003b.
- BORDIGNON, R.; MEDINA FILHO, H. P.; SIQUEIRA, W. J.; PIO, R. M. Efeito da tristeza dos citros em caracteres vegetativos, produtivos e industriais da laranja ‘Valência’ enxertada em porta-enxertos híbridos segregando para tolerância. **Bragantia**, v. 62, n. 2, p. 207-215, 2003a.
- BRAVO, I. M.; GALLARDO, E. Comportamiento del naranjo ‘Valencia’ sobre trece patrones em Lara, Venezuela I. Crecimiento. **Agronomia Tropical**, v.44, n.4, p. 619-628, 1994.
- CERQUEIRA, E. C.; CASTRO NETO, M. T. de; PEIXOTO, C. P.; SOARES FILHO, W. dos S.; LEDO, C. A. da S.; OLIVEIRA, J. G. de. Resposta de porta-enxertos de citros ao déficit hídrico. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 26, n. 3, p. 515-519, 2004.
- COSTA, D. P. **Desempenho horticultural e tolerância à seca de laranja Valência sobre porta-enxertos híbridos de citros na região norte do estado de São Paulo**. 2019. 102f. Tese (Doutorado em Genética e Biologia Molecular) – Universidade Estadual de Santa Cruz, Ilhéus, BA.
- CUNHA SOBRINHO, A. P. da; PASSOS, O. S.; SOARES FILHO, W. dos S. Cultivares porta-enxerto. In: CUNHA SOBRINHO, A. P. da; MAGALHÃES, A. F. de J.; SOUZA, A. da S.; PASSOS, O. S.; SOARES FILHO, W. dos S (ed.). **Cultura dos citros**. Brasília, DF: Embrapa, 2013. cap. 9. p. 233-292.
- IBGE. Sistema IBGE de Recuperação Automática. Banco de Dados. **Tabela 5457**: área plantada ou destinada à colheita, área colhida, quantidade produzida, rendimento médio e valor da produção das lavouras temporárias e permanentes. [Rio de Janeiro, 2024]. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/tabela/5457#/n1/all/n3/all/u/y/v/214,8331/p/last%201/c782/0,40152/l/v,p+c782,t/resultado>>. Acesso em 21 jun. 2024.



MARQUES, L. O. D. **Avaliação inicial de potenciais porta enxertos de citros**. 2018. 75 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia). Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, RS.

NEVES M. F.; JANK, M. S. **Perspectivas da cadeia produtiva da laranja no Brasil: a Agenda 2015**. 2006. Disponível em: <https://doczz.com.br/doc/645633/perspectivas-da-cadeia-produtiva-da-laranja-no-brasil>. Acesso em: 21 jun. 2024.

POMPEU JUNIOR, J.; BLUMER, S.; POMPEU, G. B. Tangerineiras como porta-enxertos para Laranjeira Pêra. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 32, n. 4, p. 1218-1223, 2008. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1413-70542008000400028>. Acesso em: 21 jun. 2024.

SCHÄFER, G.; BASTIANEL, M.; DORNELLES, A. L. C. Porta-enxertos utilizados na citricultura. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 31, n. 4, p. 723-733, 2001. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0103-84782001000400028>. Acesso em: 20 jul. 2024.

SOARES, L. A. dos A.; BRITO, M. E. B.; FERNANDES, P. D.; LIMA, G. S. de; SOARES FILHO, W. dos S.; OLIVEIRA FILHO, E.S. de. Crescimento de combinações copa - porta-enxerto de citros sob estresse hídrico em casa de vegetação. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 19, n. 3, p. 211-217, 2015.



Índices técnicos para o sistema de produção de gergelim na região norte do Mato Grosso.

Andressa Gabrieli Santos Petzold¹ e Vanessa Quitete Ribeiro da Silva²

^{1*} Estudante de graduação da Universidade Federal de Mato Grosso, Campus Sinop, MT, bolsista na Instituição Embrapa Agrossilvipastoril, Sinop, MT, andressapetzold8@gmail.com

^{2*} Engenheira agrônoma, doutora em produção vegetal, pesquisadora da Embrapa Agrossilvipastoril, Sinop, MT, vanessa.quitete@embrapa.br

Resumo

A cultura do gergelim tem crescido consideravelmente e ocupado um espaço relevante no cenário agrícola mato-grossense especialmente no Centro-Oeste do estado. A crescente demanda por gergelim e as características agrônômicas favoráveis da região têm impulsionado o interesse por esta cultura, estabelecendo-se como uma cultura de safra ou safrinha, com excelente potencial socioeconômico para ser usada em rotação ou sucessão de culturas. Para sua expansão faz-se necessário conhecimentos inerentes à utilização de insumos e manejo adequado, visto que o gergelim carece de suporte fitotécnico. Este trabalho objetiva analisar índices técnicos relevantes para o sistema de produção de gergelim com avaliações de plantio realizadas sob diferentes tratamentos, sendo o plantio de cinco cultivares (BRS Anahí, BRS Seda, BRS Pérola Negra, K3 e Trebol) sob dois espaçamentos (0,35 m e 0,45 m) e duas densidades de plantio (6 e 9 kg/ha) em quatro repetições no delineamento em blocos ao acaso.

Palavras-Chave: gergelim, cultivares, espaçamento, densidade de plantio, produtividade.

Technical indices for the sesame production system in the northern region of Mato Grosso.

Abstract

The culture of sesame has grown considerably and occupied a relevant space in the agricultural scenario of Mato Grosso, especially in the Center-West of the state. The growing demand for sesame and the region's favorable agronomic characteristics have driven interest in this crop, establishing it as a harvest or off-season crop, with excellent socioeconomic potential to be used in crop rotation or succession. For its expansion it is necessary knowledge inherent to the use of inputs and appropriate management, since sesame lacks phytotechnical support. This work aims to analyze relevant technical indices for the sesame production system with planting evaluations carried out under different treatments, with the planting of five cultivars (BRS Anahi, BRS Seda, BRS Pérola Negra, K3 and Trebol) under two spacings (0.35 m and 0.45 m) and two planting densities (6 and 9 kg/ha) in four replications in a randomized block design.

Key-words: sesame, cultivars, spacing, planting density, productivity.

Introdução

A definição de um sistema de produção com índices técnicos apropriados é fundamental para assegurar a sustentabilidade da cultura em todos os seus aspectos, incluindo o uso racional de insumos e da área disponível, minimizando a pressão sobre áreas protegidas (Bellen, 2005). Nesse sentido, a rotação de culturas, como a adoção de culturas de segunda safra, contribui significativamente para a redução dos impactos



negativos associados ao monocultivo sucessivo, promovendo benefícios ambientais. (Shah *et al.*, 2021).

Para garantir a competitividade e a sustentabilidade dessa atividade agrícola, é crucial que os produtores adotem práticas de gestão baseadas em dados precisos. Nesse cenário, o experimento em questão surge como uma fonte valiosa de dados técnicos, proporcionando informações essenciais para a análise e otimização do sistema de produção do gergelim. O objetivo do experimento foi explorar diferentes cultivares de gergelim, analisando aspectos agronômicos cruciais para o desenvolvimento da cultura na região Norte do Mato Grosso.

Material e métodos

O experimento foi implantado no município de Sorriso, MT, na área experimental do campus do Instituto Federal Mato Grosso (IFMT). O clima da região, segundo a classificação de Köppen, é Aw (clima tropical com estação seca), com temperatura e precipitação média anual de 24,7 °C e 1.974 mm ano⁻¹, respectivamente. O solo do local experimental é classificado como Latossolo Vermelho Amarelo Distrófico com textura argilosa.

O experimento foi conduzido em uma área total de 0,46 ha (51 m x 19 m), em delineamento experimental de blocos casualizados, com cinco cultivares de gergelim (BRS Anahi, BRS Seda, Preto, K3 e Trebol), implantadas em setembro de 2023, com espaçamento de 0,35 m e 0,45 m e duas densidades de plantio (6 e 9 kg/ha), em quatro repetições, totalizando 80 parcelas contendo 6 linhas de 5 metros de comprimento. As três linhas centrais foram consideradas a área útil da parcela. Não foi conduzido nenhum tratamento fitossanitário, portanto a limpeza de plantas daninhas foi feita com roçadas manuais, em razão da ausência de defensivos registrados para a cultura no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. A colheita foi realizada em dezembro de 2023 manualmente, coletando os frutos de 10 plantas de cada parcela, onde analisamos dados morfoagronômicos coletados a campo com ênfase em cultivares espaçamento e densidade, dados de produção e população de plantas, qualidade de semente, vigor e germinação. Para as análises de produção e população de plantas das cultivares utilizamos o teste de tukey que consiste em comparar todos os possíveis pares de médias e se baseia na diferença mínima significativa. Na seletividade inicial de herbicidas aplicados em pré e pós emergência de cultivares de gergelim os dados foram analisados por variância e comparados pelo teste de Scott-Knott a 5% no programa sisvar 5.6. Durante o experimento, foram realizadas visitas técnicas regulares para monitorar o desenvolvimento das plantas e a presença de patógenos.

Também foi realizado o experimento de Incidência de Doenças e Nematóides em Rondonópolis e no Instituto Federal de Sorriso, MT, Testes de Formas de Dosagem,



Distribuição de Sementes e Colheita realizados no Campus da Universidade Federal de Mato Grosso. Foram conduzidos Testes de semeadura no campus de Sinop, MT da UFMT e em áreas de campo, comparadas semeaduras em fileiras e a lanço.

Resultado e discussões

Manejo Fitotécnico de plantio

Com base na avaliação de manejo de espaçamento e densidade de plantio, observou-se que aos 45 dias após a germinação, a cultivar K3 se destacou por seu porte menor e estrutura morfológica compacta, o que pode limitar a colheita mecanizada (Tabela 1). No entanto, a cultivar K3 é amplamente cultivada no Brasil e não há relatos de problemas com a mecanização. Por outro lado, a cultivar BRS Seda apresentou o maior porte geral. Não foram observadas diferenças significativas entre as cultivares nos aspectos de espaçamento e densidade.

A cultivar Preto teve um desempenho notável em produtividade, apesar de ter uma menor densidade de plantas por metro linear. Isto reforça a importância do controle da população de plantas para alcançar altas produtividades. O espaçamento de 0,45 m foi identificado como a opção mais eficiente, proporcionando facilidade no plantio e otimizando o uso de sementes com uma densidade recomendada de 6 kg/ha.

Tabela 1 – Dados de produção e população de plantas das cultivares avaliadas.

Cultivar	Número médio de frutos por planta	Número de plantas por metro linear	Produtividade (kg/ha)
K3	29,26b	54,44a	612,22b
BRS Anahí	29,06b	38,69b	1007,79a
BRS Seda	27,25b	51,68a	456,35c
Trebol	15,59c	50,69a	461, 88c
Preto	42,33a	19,94c	1350,42a

* Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

Seletividade inicial de herbicidas aplicados em pré e pós emergência de cultivares de gergelim

O estudo de seletividade de herbicidas para gergelim envolveu aplicações em pré e pós-emergência. Entre os herbicidas aplicados em pré-emergência, o trifluralin foi o mais seletivo, com fitointoxicação variando de 5,5% a 41,5%. A mistura fomesafen + s-metolachlor causou fitointoxicação de 36,8% a 87,5%, e o flumioxazin resultou na morte das plantas em todas as cultivares. As cultivares K3, BRS Anahí e Trebol foram mais tolerantes ao trifluralin, enquanto Trebol mostrou maior resistência à mistura fomesafen + s-



metolachlor. K3, BRS Morena e Preto apresentaram maior fitointoxicação e menor número de plantas.

Na aplicação em pós-emergência, a terbutilazina causou morte das plantas, e o imazamox resultou em fitointoxicação de 61,8% a 87,5%, com redução do número de plantas da cultivar Preto. O prometryn foi o herbicida mais seletivo, com fitointoxicação variando de 17,5% a 18,8% para BRS Anahí e Trebol e 41,3% a 60,8% para Morena e Seda, mostrando maior seletividade para BRS Anahí e Trebol.

Monitoramento de Doenças e Nematóides

O monitoramento de doenças foi realizado em todo o ciclo da cultura e não foi observada a ocorrência de nenhum patógeno. O monitoramento de nematóides envolveu dois experimentos. No primeiro, no IFMT em Sorriso, MT, o bioensaio indicou que os genótipos Seda e Trebol foram suscetíveis a *Pratylenchus brachyurus* inicialmente, com o fator de reprodução caindo abaixo de 1 aos 70 dias. As cultivares K3 e Preto mostraram resistência constante, sugerindo a necessidade de mais estudos.

No segundo experimento, realizado na Fundação MT, em Rondonópolis, MT, seis cultivares foram inoculadas com quatro espécies de nematóides. Todas as cultivares mostraram resistência a *Meloidogyne incognita* e *Rotylenchulus reniformis*. As cultivares Trebol, BRS Anahí, Morena e Preto foram resistentes a *M. javanica*, e Seda e BRS Anahí foram resistentes a *Pratylenchus brachyurus*.

Testes de Formas de Dosagem e Distribuição de Sementes

Foram comparadas semeaduras em fileiras e a lanço, a semeadura em fileiras com disco de sorgo mostrou eficácia na dosagem e distribuição de sementes, enquanto a semeadura a lanço com drone apresentou variações na homogeneidade, melhorando com sementes peletizadas. As variáveis avaliadas incluíram número de plantas, altura, massa seca e produtividade. A cultivar Trebol apresentou a melhor produtividade (658 kg/ha) no espaçamento de 0,5 m.

Os resultados destacam a eficácia dos discos de sorgo e a necessidade de ajustes nas semeadoras de fluxo contínuo para melhorar a eficiência e reduzir perdas. A semeadura com drone, embora útil, necessitou de melhorias na uniformidade de distribuição.

Colheita

Cultivares de gergelim com porte alto e deiscentes necessitam de plataformas de corte especializadas, em contraste, cultivares de porte baixo e semi-deiscentes podem ser colhidas de forma eficiente com plataformas de soja ajustadas e adaptações de baixo custo. Para grãos finos, mecanismos de trilha, separação e limpeza devem ser ajustados



adequadamente. O monitoramento da colheita revelou perdas de 9% para cultivares semi-deiscentes e mais de 50% para cultivares indeiscentes, destacando a importância de ajustes e capacitação profissional para minimizar perdas e maximizar a eficiência da colheita.

Conclusão

O espaçamento de 0,45 m e a densidade de 6 kg/ha são recomendados para o plantio de gergelim, oferecendo eficiência operacional e otimização de recursos. A ausência de doenças e a resistência de algumas cultivares a nematóides indicam condições favoráveis para a produção. O herbicida Prometryn demonstrou maior seletividade para BRS Anahí e Trebol, enquanto o trifluralin foi eficiente para K3, BRS Anahí e Trebol. A análise dos métodos de semeadura revelou que, apesar de atender aos requisitos, há necessidade de melhorias contínuas. Cultivares de porte alto e deiscentes requerem adaptações especializadas para colheita, enquanto cultivares de porte baixo e semi-deiscentes podem ser colhidas com mais eficiência usando plataformas ajustadas.

Agradecimentos

Agradeço ao CNPq pela concessão da bolsa de Iniciação Tecnológica e aos parceiros envolvidos.

Referências

BELLEN, H. M. van. **Indicadores de sustentabilidade**: uma análise comparativa. Rio de Janeiro: FGV, 2005.

SHAH, K. K.; MODI, B.; PANDEY, H. P.; SUBEDI, A.; ARYAL, G.; PANDEY, M.; SHRESTHA, J. Diversified Crop Rotation: an approach for sustainable agriculture Production. **Advances in Agriculture**, v. 2021, 8924087, 2021. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1155/2021/8924087>. Acesso em: 20 jun. 2024.



Diversidade genética no melhoramento participativo da mandioca para o norte do Mato Grosso

Danniel Franco de Carvalho^{1*}, Auana Vicente Tiago², Vanessa Quitete Ribeiro da Silva³ e Eulália Soler Sobreira Hoogerheide⁴

^{1*} Estudante de graduação da Faculdade Unifasipe, Sinop, MT, dannielfranco022@outlook.com.

² Bióloga, doutora em Biodiversidade e Biotecnologia, bolsista FAPEMAT / CNPq, Sinop, MT, auana_bio@hotmail.com;

³ Engenheira agrônoma, doutora em Produção Vegetal, pesquisadora da Embrapa Agrossilvipastoril, Sinop, MT, vanessa.quitete@embrapa.br

⁴ Engenheira agrônoma, doutora em Genética e Melhoramento de Plantas, pesquisadora da Embrapa Agropecuária Oeste, Dourados, MS, eulalia.hoogerheide@embrapa.br.

Resumo

O estado de Mato Grosso é considerado um dos centros de origem da mandioca, o que faz com que haja elevada diversidade da espécie no estado. O objetivo deste estudo foi estimar a diversidade genética das variedades de mandioca que compõem a coleção utilizada no experimento sobre melhoramento participativo da mandioca para o norte do Mato Grosso, usando marcadores moleculares ISSR. Folhas jovens de 16 variedades de mandioca foram coletadas. O DNA de cada variedade foi extraído e as amplificações foram realizadas via PCR com 12 *primers* de ISSR. Posteriormente, a estimativa de dissimilaridade genética entre cada par de indivíduos foi calculada. Os dados foram analisados com o auxílio do programa Genes. Um total de 104 fragmentos foi amplificados revelando um total de 100% de polimorfismo. As variedades menos dissimilares foram 08GUA e 09SNP e os mais dissimilares, 01NM e 11SNP. No dendrograma UPGMA foi possível verificar a formação de três grupos. Há diversidade genética entre as variedades de mandioca avaliadas neste estudo, demonstrando que tanto a troca de manivas pelos produtores, quanto o processo reprodutivo da espécie favorecem o aumento e manutenção da variabilidade genética entre as diversas variedades de mandioca cultivadas.

Palavras-Chave: *Manihot esculenta*, ISSR, variabilidade, recurso genético.

Genetic diversity in participatory cassava improvement for northern Mato Grosso

Abstract

The state of Mato Grosso is considered one of the centres of origin of cassava, which means that there is a high diversity of the species in the state. The aim of this study was to estimate the genetic diversity of the cassava varieties that make up the collection used in the experiment on participatory cassava improvement for the north of Mato Grosso, using ISSR molecular markers. Young leaves of 16 cassava varieties were collected. DNA from each variety was extracted and amplifications were carried out via PCR with 12 ISSR primers. Subsequently, the estimate of genetic dissimilarity between each pair of individuals was calculated. The data was analysed using the Genes software. A total of 104 fragments were amplified, revealing a total of 100% polymorphism. The least dissimilar varieties were 08GUA and 09SNP and the most dissimilar were 01NM and 11SNP. The UPGMA dendrogram showed the formation of three groups. There is genetic diversity among the cassava varieties evaluated in this study, demonstrating that both the exchange of manioc by producers and the reproductive process of the species favour the increase and maintenance of genetic variability among the various varieties of cassava grown.

Key-words: *Manihot esculenta*, ISSR, variability, genetic resource.



Introdução

A mandioca é amplamente cultivada em todo o território brasileiro, abrangendo regiões desde o norte ao sul do país. No entanto, é importante destacar que seu cultivo é predominantemente realizado por agricultores familiares, em áreas periféricas à agricultura convencional, em razão da sua rusticidade e da capacidade de produzir consideravelmente bem em condições desfavoráveis para outras culturas (Silva, 2016).

De maneira geral, a produção de alimentos no Brasil, são notavelmente asseguradas pelos agricultores familiares, responsável por mais da metade da produção de diversos produtos agropecuários, incluindo a mandioca (69,56%) (IBGE, 2019; Teixeira, 2022). O estado de Mato Grosso, cuja economia é predominantemente agrícola, caracteriza-se pela expansão do agronegócio, que vem crescendo a cada ano. No entanto, esse fato pode trazer impactos significativos para a diversidade de outras culturas, como a mandioca, uma vez que, o estado já vindo perdendo posições na sua produção, ocupando atualmente a 18ª posição (IBGE, 2024).

Como Mato Grosso é considerado um dos centros de origem da mandioca, o que faz com que haja elevada diversidade da espécie no estado (Carrasco *et al.*, 2016) são necessários estudos que visem a caracterização da diversidade da espécie, para dar subsídios aos programas de conservação, e assim contribuir para redução dos impactos da perda da diversidade da mandioca na região. Para tanto, diversas ferramentas podem ser utilizadas para estimar a divergência de um acervo, dentre eles os marcadores moleculares (Tiago *et al.*, 2016; Figueredo *et al.*, 2019; Wolf *et al.*, 2022), os quais tem sido utilizado com frequência em estudos de diversidade, pois permitem a identificação de indivíduos e análise de materiais de interesse (Siqueira, 2008).

Para tanto, objetivou-se neste estudo estimar a diversidade genética das variedades de mandioca que integram o acervo usado no projeto “Melhoramento participativo para o Norte do Mato Grosso”, por meio de marcadores moleculares ISSR.

Material e métodos

Coleta do material foliar

Foram coletadas folhas jovens das 16 variedades de mandioca do experimento instalado em Cláudia, MT, no Assentamento 12 de Outubro. As variedades são: Amarelinha (01NM), Cascatinha (02NM), Branca (03LRV), Amarela (04NM), Branca (05SOR), Mandioca de Fritar (06SOR), Mandioca Branca (07PXT), Castelinha (08GUA), Pão (09SNP), Talo Vermelho (10SNP), Cuiabana (11SNP), Cacau Roxa (12AF), Mandioca Pão (13AF), Cacau Amarela (14AF), Amarela (15AF), Cacau (16CLD).

O material foliar foi identificado em campo, com seu respectivo código e acondicionado em saco plástico tipo ziploc contendo sílica gel e levado ao Laboratório de



Microbiologia, Biologia Molecular e Fitoquímica da Embrapa Agrossilvipastoril, Sinop, MT e armazenado em freezer a -20°C , até a extração do DNA. A pesquisa foi registrada na plataforma SisGen com o número A3DF14E.

Extração e quantificação do DNA

A extração de DNA foi de aproximadamente 100 mg de tecido foliar com base no protocolo de CTAB (Brometo de Cetil Trimetil Amônio) descrito por (Doyle; Doyle, 1990). A concentração do DNA extraído foi estimada por espectrofotometria (NanoDrop 2000 - ThermoScientific) e sua integridade verificada em eletroforese em gel de agarose a 1% corado com GelRed (Biotium, Hayward, EUA). Após a quantificação, o DNA foi diluído à concentração de 20 ng/ μL e estocado a -20°C para as posteriores amplificações.

Reações de Amplificação e Eletroforese

Foram testados 16 *primers* ISSR (*Inter Simple Sequence Repeats*) para a amplificação do DNA. Após testes de amplificação, foram selecionados 12 *primers* que resultaram em maior polimorfismo e número de bandas para caracterização molecular das 16 variedades de mandioca.

As amplificações do DNA via PCR (*Polymerase Chain Reaction*) foram realizadas em um volume 20 μL : 2 μL de DNA (\pm 20 ng), 2 μL de buffer 10x (500 mM KCl; 100 mM Tris-HCL pH 8.3; 15 mM MgCl_2 ; 0,01% gelatin), 3 μL de primer (2 mM), 2,0 μL dNTP (0,1 mM de cada dNTP), 0,2 μL de Taq polimerase (5U/ μl) e 10,8 μL de H₂O mili-Q® para completar o volume. As reações de amplificações foram conduzidas em termociclador modelo T100 “Thermal Cycler”, seguindo o programa proposto por Silva *et al.* (2011). Os produtos da amplificação foram submetidos à eletroforese em gel de agarose a 1,5%, com tampão TAE 0,5X, voltagem constante de 60 V por três horas e visualizados em um transiluminador de luz ultravioleta L-PIX Image (Loccus Biotecnologia), corados com GelRed (Biotium) e fotodocumentados.

Fragmentos amplificados e análise dos dados

Os produtos amplificados foram designados como um único caráter, no qual a presença foi representada por “1” e a ausência por “0”. Os marcadores ISSR foram então convertidos em uma matriz binominal (0/1). A partir da matriz binária foi determinado número total de fragmentos amplificados (NTF), número de fragmentos polimórficos (NFP), porcentagem de polimorfismo (%P) e índice de conteúdo polimórfico (PIC).

A estimativa de dissimilaridade genética entre cada par de indivíduos foi calculada por meio do coeficiente de Jaccard utilizando-se o Índice do complemento aritmético, em seguida os indivíduos foram agrupados pelo método de ligação média entre grupos



(UPGMA) com o ponto de corte do dendrograma estimado por meio de Mojena (1977). As análises foram realizadas com auxílio do programa GENES v. 1990.2022.24 (Cruz, 2016).

Resultados e discussão

Os resultados da Tabela 1 mostram que todos os *primers* utilizados produziram 100% de fragmentos polimórficos, indicando uma alta variabilidade genética entre as variedades estudadas. O número total de fragmentos amplificados (NTF) foi de 104, variando de 5 a 15, enquanto o número de fragmentos polimórficos (NFP) correspondeu ao número total de fragmentos em cada caso, reforçando o potencial discriminatório dos *primers*.

O índice de conteúdo polimórfico (PIC), que é um indicador da diversidade alélica detectada por cada *primer*, apresentou valores elevados, variando entre 0,83 e 0,97 com média de 0,92. O *primer* UBC 825 destacou-se com o maior valor de PIC (0,97), enquanto o *primer* DIGGA5-CR apresentou o menor valor (0,83), sugerindo uma variação na capacidade de detectar diversidade genética entre os *primers*. Em comparação a estudos anteriores, como o de Figueredo *et al.*, (2019) observaram que o PIC variou de 0,37 a 0,73, com média de 0,52, sendo os *primers* UBC 891, UBC 840 e UBC 807 os mais informativos. Tiago *et al.* (2016) relataram valores de PIC que variaram entre 0,04 e 0,61, com média de 0,39, destacando o alto poder discriminativo da técnica de ISSR-PCR em estudos de variabilidade genética em mandioca. Os resultados apresentados são consideravelmente superiores às médias relatadas nas pesquisas anteriores, demonstram eficiência dos *primers* utilizados e variabilidade nas variedades de mandioca estudadas.

Tabela 1 - Primer utilizados nas ampliações em 16 variedades de mandioca. Número total de fragmentos amplificados (NTF), número de fragmentos polimórficos (NFP), porcentagem de polimorfismo (%P), índice de conteúdo polimórfico (PIC)

Primer	NTF	NFP	%P	PIC
UBC 809 – DiAG3-G	7	7	100	0.96
UBC 810 – DiGA3-T	5	5	100	0.90
UBC 811- Di(GA)83'C	13	13	100	0.94
UBC 814 – DiCT3-A	8	8	100	0.96
UBC 822 – DiTC3-A	10	10	100	0.94
UBC 825 – DiAC3-T	15	15	100	0.97
UBC 835- Di(AG)83'YC	5	5	100	0.85
UBC 842 – DiGA3-YG	10	10	100	0.93
UBC 861 – TriACC	7	7	100	0.96
UBC 866 # TriCTC	6	6	100	0.91
UBC 890 – DiGT5-VHV	8	8	100	0.87
DIGGA5-CR	10	10	100	0.83

*Temperatura de Anelamento

Os valores de dissimilaridade genética variaram de 0,3636 a 1,0000. As variedades menos dissimilares geneticamente foram Castelinha (08GUA) e Pão (09SNP). A maior



distância genética foi apresentada para as variedades Amarelinha (01NM) e Cuiabana (11SNP). No dendrograma UPGMA apresentado na Figura 1, é possível verificar o agrupamento entre as diferentes variedades de mandioca avaliadas. Os ramos mais próximos indicam similaridade entre as variedades, já os mais distantes, dissimilaridade. O método de agrupamento hierárquico possibilitou, com um corte realizado na distância de 97,88%, com base no critério de Mojena (1977) a formação de três grupos de dissimilaridade, sendo o grupo I constituído por seis variedades, dentre elas as de maior similaridade. Já os demais grupos (II e III) foram formados por três e sete variedades, respectivamente. Pedri *et al.* (2024) utilizando de marcadores moleculares para avaliação da diversidade genética de variedades locais de mandioca constatou a formação de quatro grupos, sendo os grupos I e III concentrando a maior parte das variedades, assim como também verificado neste estudo. Deste modo verifica-se que a técnica permite agrupar em um mesmo ramo do dendrograma variedades que apresentam uma característica ou conjunto de característica em comum, conforme destacado entre as variedades 08GUA e 09SNP (Silva *et al.*, 2024).

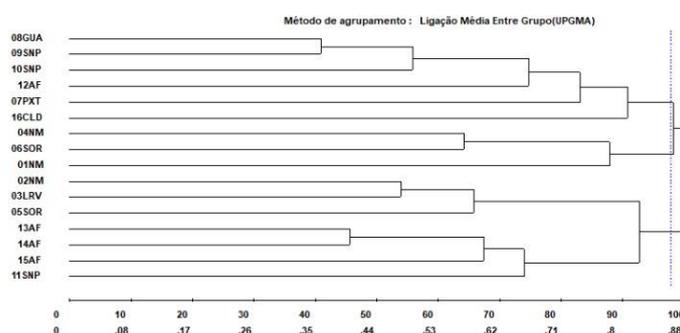


Figura 1 - Dendrograma obtido pelo método UPGMA e complemento aritmético do índice de Jaccard como medida de dissimilaridade em 16 variedades de mandioca por meio de 12 marcadores ISSR (*Inter Simple Sequence Repeats*).

Conclusão

Há diversidade genética entre as variedades de mandioca avaliadas neste estudo, sendo as variedades Amarelinha (01NM) e Cuiabana (11SNP), as mais divergentes geneticamente, demonstrando que tanto a troca de manivas pelos produtores, quanto o processo reprodutivo da espécie favorecem o aumento e manutenção da variabilidade genética entre as diversas variedades de mandioca cultivadas.

Agradecimentos

Os autores agradecem ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - CNPQ pelo apoio financeiro.



Referências

- CARRASCO, N. F.; OLER, J. R. L.; MARCHETTI, F. F.; CARNIELLO, M. A.; AMOROZO, M. C. M.; VALLE, T. L.; VEASEY, E. A. Growing Cassava (*Manihot esculenta*) in Mato Grosso, Brazil: Genetic Diversity Conservation in Small – Scale Agriculture. **Economic Botany**, v. 70, n. 1, p. 15-28, 2016.
- CRUZ, C. D. Genes Software – extended and integrated with the R, Matlab and Selegen. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v. 38, n. 4, p. 547-552, 2016.
- DOYLE, J. J.; DOYLE, J. L. Isolation of plant DNA from fresh tissue. **Focus**, v.12, n. 1, p.13-15, 1990.
- FIGUEREDO, P. E.; TIAGO, A. V.; ZANETTI, G. T.; PINTO, J. M. A.; ROSSI, A. A. B.; HOOGERHEIDE, E. S. S. Diversidade genética de mandiocas na região periurbana de Sinop, Mato Grosso, Brasil. **Magistra**, v. 30, p. 143-153, 2019.
- IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo agropecuário 2017**: resultados definitivos. Rio de Janeiro: IBGE, 2019. Disponível em: <<https://biblioteca.ibge.gov.br/index.php/biblioteca-catalogo?view=detalhes&id=73096>>. Acesso em: 1 jun. 2023.
- IBGE. Sistema IBGE de Recuperação Automática. Banco de Dados. **Tabela 6588**: série histórica da estimativa anual da área plantada, área colhida, produção e rendimento médio dos produtos das lavouras. [Rio de Janeiro, 2024]. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/tabela/6588#resultado>>. Acesso em 25 jul. 2024.
- MOJENA R. Hierarchical grouping methods and stopping rules: an evaluation. **The Computer Journal**, v. 20, n. 4, p. 359-363, 1977.
- PEDRI, E. C. M. de; CUCHI, G.; TIAGO, A. V.; ROSSI, A. A. B. Utilização de marcadores microssatélites para avaliação da diversidade genética de variedades locais de mandioca. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 19, n. 1, p. 23-29, 2024.
- SILVA, A. R. Manejo e conservação do solo. *In*: MODESTO JUNIOR, M. de S.; ALVES, R. N. B. (ed.). **Cultura da mandioca**: aspectos socioeconômicos, melhoramento genético, sistemas de cultivo, manejo de pragas e doenças e agroindústria. Brasília, DF: Embrapa, 2016. cap. 2, p. 49-66.
- SILVA, C. A. da; SANTOS, D. da S.; CORDEIRO, J. de S. Técnicas multivariadas na determinação da diversidade de mandioca no sul maranhense. **Revista Eletrônica Científica Ensino Interdisciplinar**, v. 10, n. 32, 2024.
- SILVA, K. V. P. da; ALVES, A. A. da C.; MARTINS, M. I. G.; MELO, C. A. F. de; CARVALHO, R. de. Variabilidade genética entre acessos do gênero *Manihot* por meio de marcadores moleculares ISSR. **Pesquisa agropecuária Brasileira**, v. 46, n. 9, p. 1082-1088, 2011.
- SIQUEIRA, M. V. B. M. **Diversidade genética de etnovariabilidade de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) em áreas de Cerrado no Estado do Mato Grosso do Sul e de variedades comerciais por meio de marcadores microssatélites**. 2008. 88f. Dissertação (Mestrado em Ecologia Aplicada) – Universidade de São Paulo, Piracicaba, SP.
- TEIXEIRA, B. B. **A agricultura familiar entre a ruralidade e a urbanização do campo: entraves e superações (re)produtivas no caso de Piracicaba**. 2022. 113 f. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Universidade de São Paulo, Piracicaba, SP.
- TIAGO, A. V.; ROSSI, A. A. B.; TIAGO, P. V.; CARPEJANI, A. A.; SILVA, B. M.; HOOGERHEIDE, E. S. S.; YAMASHITA, O. M. Genetic diversity in cassava landraces grown on farms in Alta Floresta-MT, Brazil. **Genetics and Molecular Research**, v. 15, n. 3, gmr.15038615, 2016.



WOLF, M. S.; CUCHI, G.; PEDRI, E. C. M. DE; TIAGO, A. V.; SILVA, M. C. M. da; ROSSI, A. A. B. Diversidade genética entre etnovarietades de mandioca por meio de marcadores ISSR. **Conjecturas**, v. 22, n. 16, p. 532-546, 2022.



Validar clones de eucalipto para produção de biomassa para usinas de etanol de milho de Mato Grosso

Bruno Gabriel Petini Mota^{1*}, Jaldes Langer², Estefano Paludzyszyn Filho³ e Maurel Behling⁴

^{1*} Estudante de graduação da Universidade Federal de Mato Grosso, Sinop, MT, brunogpmota@hotmail.com

² Engenheiro Florestal, Flora Sinop, Sinop, MT, jaldesnp@terra.com.br

³ Engenheiro Agrônomo, doutor em Genética, pesquisador da Embrapa Florestas, Curitiba, PR, estefano.filho@embrapa.br

⁴ Engenheiro Agrônomo, doutor em Solos e Nutrição de Plantas, pesquisador da Embrapa Agrossilvipastoril, Sinop, MT, maurel.behling@embrapa.br

Resumo

A expansão do cultivo de eucalipto para a região central do Brasil, na transição Cerrado/Floresta Amazônica, tornou necessário selecionar clones adaptados a esses ambientes, principalmente, a tolerância ao déficit hídrico. O objetivo do trabalho foi avaliar se clones de eucalipto adaptados as condições edafoclimáticas de Mato Grosso podem elevar a produção de biomassa para atender as demandas energéticas das empresas de produção de etanol de milho. O estudo foi realizado na Fazenda São Pedro no município de Santa Rita do Trivelato, MT com o teste clonal ampliado instalado em março de 2022. São testados 63 genótipos, sendo 60 “brs” e três comerciais como testemunhas em delineamento de blocos ao acaso, com três repetições. Aos 20 meses após o plantio foi realizado o inventário florestal das 198 parcelas experimentais para avaliação do diâmetro à 1,3 m de altura (DAP), altura total (Ht), calculada a área basal (AB), o volume da árvore com casca (Vcc) e o volume de madeira da parcela. A média do DAP foi de 6,73 cm e a Ht foi de 8,9 m. Nos primeiros 20 meses de acompanhamento de desenvolvimento dos clones “brs” de eucalipto já é possível identificar clones não adaptados as condições edafoclimáticas da região, mas também há muitos clones com desempenho semelhante ou superior as testemunhas comerciais.

Palavras-Chave: eucaliptocultura, Stress Hidrico, Bioenergia, Melhoramento Vegetal.

Validate eucalyptus clones for woody biomass production for corn ethanol plants in Mato Grosso

Abstract

The expansion of eucalyptus plantations into the central region of Brazil, in the transition zone between the Cerrado/Amazon Rainforest, has led to the need to choose clones suited to these environments, especially those with drought tolerance. The study aimed to determine whether eucalyptus materials adapted to the soil and climate conditions of Mato Grosso can increase biomass production to meet the requirements of corn ethanol companies. The study took place at Fazenda São Pedro in Santa Rita do Trivelato - MT, where an extended clonal test was established in March 2022. Sixty-three genotypes were tested, including 60 “brs” clones and three commercial clones as controls, arranged in a randomized block design with three replications. A forest inventory was conducted on the 198 experimental plots 20 months after planting to assess the diameter at 1.3 meters height (DAP), total height (Ht), basal area (AB), tree volume with bark (Vcc), and plot wood volume. The average DAP was 6.73 cm, and the Ht was 8.9 m. Within the first 20 months of monitoring the growth of the “brs” eucalyptus materials, we were able to identify materials not suited to the soil and climate conditions of the region, as well as many materials with performance like or better than the commercial controls.



Key-words: Eucalyptus plantation, Water Stress, Bioenergy, Plant Breeding.

Introdução

O eucalipto (*Eucalyptus* spp. e *Corymbia* spp.) foi introduzido com base técnica e científica no Brasil em 1904, pelo engenheiro agrônomo e silvicultor Edmundo Navarro de Andrade, conhecido como “Pai da Eucaliptocultura no Brasil (Obeide *et al.*, 2016), após testar um grande número de espécies de diferentes zonas climáticas. A nomenclatura taxonômica e sistemática passou por algumas alterações ao longo das últimas décadas, frágeis do ponto de vista morfológico, por isso, convencionou-se utilizar o tratamento tradicional do grupo, mantendo o reconhecimento de *Eucalyptus* s.l., mesmo para o gênero *Corymbia* (Flores *et al.*, 2016).

No Brasil, a espécie teve grande aceitação chegando a ser encontrada em todas as regiões, em razão de seu rápido crescimento, alta produtividade, seus múltiplos produtos. Inclusive no Mato Grosso que no início teve dificuldades devida a baixa demanda, porém, atualmente o cenário tornou-se muito favorável para o seu cultivo. Após a instalação de novas indústrias no estado, principalmente as de etanol de milho (FS Bioenergia, INPASA, ALD Bioenergia, Etamil etc), a demanda pelo eucalipto para biomassa tem crescido, a projeção é de 324 mil hectares nos próximos anos (Morales *et al.*, 2022). O produto é utilizado como biomassa nas usinas que processam o biocombustível e há interesse e necessidade de fomentar o plantio de eucalipto em locais próximos a essas indústrias, num raio aproximado de 150 km. No entanto, devido as fortes restrições hídricas, advindas da longa estação seca na região, os clones comerciais em uso na atualidade (H13, I144 e VM01) têm sofrido efeitos de intensa desfolha, com mortalidade de plantas e redução da produtividade. Apesar de muito estudado, o gênero *Eucalyptus* ainda carece de mais pesquisas, sobretudo em regiões de expansão da eucaliptocultura, onde há carência de informações sobre quais são os genótipos de *Eucalyptus* mais adequados para as diferentes condições edafoclimáticas de Mato Grosso. Assim, o presente estudo tem como objetivo avaliar se clones de eucalipto adaptados às condições edafoclimáticas de Mato Grosso podem elevar a produção de biomassa para atender as demandas energéticas das empresas de produção de etanol de milho.

Materiais e Métodos

O estudo foi desenvolvido na Fazenda São Pedro, sob às coordenadas 13°59'34.77"S e 55°02'08.93"W, no município de Santa Rita do Trivelato, MT. O clima da região é do tipo Aw com estação seca, segundo a classificação de Köppen, com temperatura média anual variando de 24 a 26°C e precipitação média anual de 1600 a 1900 mm (Alvares *et al.*, 2013). O teste clonal ampliado (TCA) foi implantado em março de 2022



(MT Energia Renovável S.A.) e são testados 66 genótipos, sendo 63 brs (clones “brs” são da Embrapa candidatos ao Registro Nacional de Cultivares-RNC/MAPA, a fim de habilitar comercialmente uma cultivar BRS) e três clones comerciais como testemunhas, avaliados em delineamento de blocos ao acaso, com três repetições, sendo 49 plantas por parcela (7 linhas x 7 plantas). Os clones comerciais o VM01 (*E. urophylla* x *E. camaldulensis*), AEC144 (*E. urophylla*) e H13 (*E. grandis* x *E. urophylla*) compõem o experimento como testemunhas. O espaçamento de plantio é de 3,0 m x 2,5 m, em área total de 367,5 m²/parcela (49 árvores). Foram avaliadas 198 parcelas, total de 6,9 ha, considerando a bordadura dupla entre os blocos, sendo a área experimental é de 7,6 ha.

Os tratos silviculturais: limpeza da área, preparo do solo (cultivo mínimo) e sulcamento, controle de formigas cortadeiras, aplicação de herbicidas pré e pós emergente, plantio das mudas e adubação e manutenções são realizados conforme o talhão comercial da fazenda.

A avaliação silvicultural e a mensuração do crescimento das árvores foi realizada no mês de novembro de 2023 aos 20 meses de idade. A avaliação do diâmetro à 1,3 m de altura (DAP) foi feita com fita métrica e altura total (Ht) medida com Hipsometro Vertex. Foi realizada a avaliação da qualidade do fuste (reto, tortuoso, bifurcado no terço inferior, médio ou superior, copa quebrada, galhos quebrados, árvores mortas, troncos quebrados, inclinados e multibrotação da copa); incidência de pragas e doenças (danos causados por fungos ou insetos) e danos causados por ventos. Os dados foram digitados em planilha Excel e utilizados para o cálculo de área seccional ($AS = (\pi \times DAP^2) / 40.000$) e o volume da árvore com casca ($V = AS \times Ht \times f$; f=fator de forma) e o volume de madeira da parcela extrapolado para um hectare. Posteriormente foram verificados os pressupostos da análise de variância pelo teste de normalidade de Liliefors e homogeneidade pelo Bartlett. Atendidos os pressupostos, os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e as médias (DAP, Ht e volume) comparadas pelo teste de Scott-Knott ($p < 0,05$) para discriminar o ranqueamento dos clones.

Resultados e discussão

Os clones avaliados apresentaram desenvolvimento favorável em relação a condições edafoclimáticas do município de Santa Rita do Trivelato, MT. Na avaliação qualitativa, 55% dos clones testados, incluindo os padrões do teste (36 clones) tiveram sobrevivência superior aos 95%; 42% (28 clones) com sobrevivência entre 80% e 95% e somente 3% dos clones (2 clones) com sobrevivência abaixo dos 70% associado a queda de árvores por ventos ocorridos no início das chuvas entre setembro e outubro de 2023 e possivelmente devido a má formação do sistema radicular. As taxas de sobrevivência refletem a adaptabilidade dos clones sob diferentes condições ambientais. No Brasil, as



plantações de eucalipto para biomassa, geralmente, são plantadas em altas densidades (por exemplo, 3,0 m x 2,0 m) e colhidas entre 5 e 7 anos. Com o tempo, há um aumento na competição entre as árvores, reduzindo o crescimento das árvores e aumentando a mortalidade caso nenhum desbaste for realizado (Furlan *et al.*, 2020). Em geral, grandes empresas florestais buscam taxas de sobrevivência acima de 95% para florestas clonais de eucalipto (Stape *et al.*, 2010).

Quanto aos atributos individuais das árvores, aos 20 meses após o plantio a média do DAP foi de 6,73 cm, com 36 clones (55%) com DAP acima da média e 30 clones (45%), entre eles o clone H13 (testemunha comercial), com DAP abaixo da média experimental. A média da Ht das árvores foi de 8,9 m, com 37 clones (56%) com Ht acima da média e 29 clones (44%), entre eles o clone H13 (testemunha comercial), com Ht abaixo da média experimental. Padrão semelhante foi observado para o Vcc das árvores com média de 0,0178 m³ por árvore, com 35 clones (53%) com volume acima da média e 31 clones (47%), entre eles o clone H13 (testemunha comercial), com volume por árvore inferior à média experimental (Figura 1). Na região médio norte de Mato Grosso, em solo de textura média foram observados valores de DAP de 8,0 cm e Ht de 8,6 m para o clone H13, aos 20 meses de idade (Magalhães *et al.*, 2018). No experimento, o H13 apresentou valores próximos com DAP de 6,8 cm e Ht de 9,3 m.

Em relação ao DAP, no teste de agrupamento, os clones foram agrupados em três grupos distintos ($p < 0,05$), o grupo A, com 43 clones (65%), o grupo B com 13 clones (20%) e o grupo C com 10 clones (15%) com os menores DAP. A altura das árvores seguiu padrão semelhantes com 43 clones (65%) no grupo A, o grupo B com 10 clones (15%) e o grupo C com 13 clones (20%). Já para o volume individual, 37 clones (56%) estão no grupo A, 4 clones (6%) no grupo B, entre eles o clone H13 (testemunha comercial), 9 clones (14%) no grupo C e 16 clones (24%) no grupo D. O volume com casca por área (Vcc) apresentou 9 clones (14%) no o grupo A, 32 clones (48%) no grupo B, entre eles os clones H13 e VM01 (testemunhas comerciais), e 25 clones (38%) no o grupo C (Figura 1). Portanto, no grupo A estão agrupados árvores com desempenho igual ou superior as testemunhas comerciais (I144, H13 e VM01).

Nos primeiros 20 meses já é possível identificar clones de eucalipto não adaptados as condições edafoclimáticas da região devido ao tombamento das árvores e/ou baixo crescimento, mas também há clones com desempenho superior as testemunhas comerciais, ou seja, candidatos para potencial recomendação de cultivares que mantenham a produtividade e a qualidade da madeira para essas condições (Figura 2). O volume de madeira dos clones do grupo A, aos 20 meses ,foi de 35 m³ ha⁻¹, superior a média do H13 na mesma idade, em solo de textura média na região médio norte de Mato Grosso, com volume de 20 m³ ha⁻¹ (Magalhães *et al.*, 2019). No entanto, o período mais crítico de teste

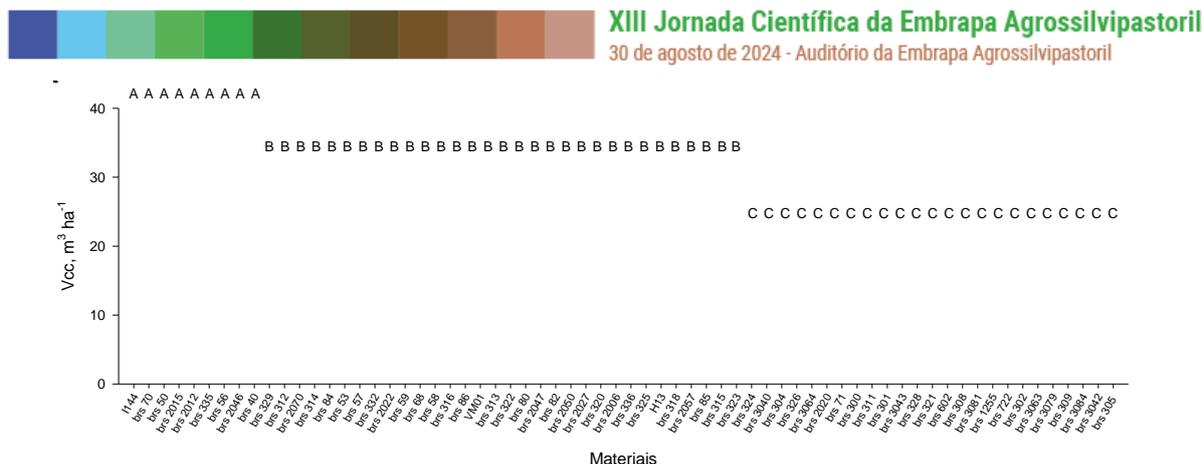


Figura 2. Volume de madeira com casca (Vcc) dos clones testados na região médio norte do estado de Mato Grosso (Santa Rita do Trivelato), em novembro de 2023 aos 20 meses após o plantio. Médias seguidas de letras iguais não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott (5%).

Conclusão

Nos primeiros 20 meses de acompanhamento de desenvolvimento dos clones “brs” de eucalipto já é possível identificar clones não adaptados as condições edafoclimáticas da região, mas também há muitos clones com desempenho semelhante ou superior as testemunhas comerciais.

Agradecimentos

Os autores agradecem à Associação de Reflorestadores do Estado de Mato Grosso (AREFLORESTA), MT Energia Renovável S.A. (GRUPO LACAN) e Flora Sinop por apoiar financeiramente o estudo. A bolsa de Iniciação Científica do primeiro autor foi financiada pelo CNPq.

Referências

- ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J. L. de M.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 22, n. 6, p. 711-728, 2013.
- FLORES, T. B.; ALVARES, C. A.; SOUZA, V. C.; STAPE, J. L. Eucalyptus no Brasil: zoneamento climático e guia para identificação. Piracicaba: IPEF, 2016.
- FURLAN, R. de A.; MORAES, C. B. de; TAMBARUSSI, E. V. Genetic parameters of Eucalyptus spp. clones in Northeastern Brazil. **Floresta**, v. 50, n. 2, p. 1267-1278, 2020.
- MAGALHÃES, C. A. de S.; PEDREIRA, B. C. e; TONINI, H.; FARIAS NETO, A. L. de. Crop, livestock and forestry performance assessment under different production systems in the north of Mato Grosso, Brazil. **Agroforestry Systems**, v. 93, n. 6, p. 2085-2096, 2019.
- MORALES, M. M.; TARDIN, F. D.; BEHLING, M.; ABREU, D. C.; MARTINS, A. R. R.; ANDRÉ, V. L. S.; PORTO, F. L. Eucalipto e sorgo biomassa para geração de energia em Mato Grosso. *In*: ABREU, D. C. de; DIAS, M. P. de L.; BOSCOLI, D. Z.; SILVA, W. M. da; ALBERTO, F. de P.; MARTINS, A. R. R.; PINHEIRO, D. T. (ed.). **3ª Vitrine tecnológica agrícola: atualidades na cultura do milho em sistema soja e milho-safrinha**. Cuiabá, MT: Uniselva, 2022. p. 121-144.



OBEIDI, B. M.; D'AGOSTINI, S.; VITIELLO, N. Edmundo Navarro de Andrade e a eucaliptocultura no Brasil. **Páginas do Instituto Biológico**, v. 12, n. 1, p. 1-6, 2016. Disponível em: http://www.biologico.agricultura.sp.gov.br/uploads/docs/pag/V12_1/49b2bc4b-613d-4936-9396-0bc23e0c3567.pdf. Acesso em: 20 jun. 2024.

STAPE, J. L.; BINKLEY, D.; RYAN, M. G.; FONSECA, S.; LOOS, R. A.; TAKAHASHI, E. N.; SILVA, C. R.; SILVA, S. R.; HAKAMADA, R. E.; FERREIRA, J. M. de A.; LIMA, A. M. N.; GAVA, J. L.; LEITE, F. P.; ANDRADE, H. B.; ALVES, J. M.; SILVA, G. G. C.; AZEVEDO, M. R. The Brazil Eucalyptus Potential Productivity Project: influence of water, nutrients and stand uniformity on wood production. **Forest Ecology Management**, v. 259, n. 9, p. 1686-1694, 2010.



A cultura antecessora não influencia a qualidade de grãos de soja

Igor Ramos Morgan^{1*}, Silvia de Carvalho Campos Botelho², Gabriel Hoffman Zilio Piaia³, Fábio Peixoto Silva⁴, José Leonardo Lima Torres⁵, Edison Ulisses Ramos Junior⁶, Dulandula Silva Miguel Wruck⁷.

^{1*} Estudante de Agronomia da Faculdade Fasipe, Sinop, MT, igormorgan52@gmail.com;

² Engenheira agrônoma, doutora em engenharia agrícola, pesquisadora da Embrapa Agrossilvipastoril, Sinop, MT, silvia.campos@embrapa.br;

³ Estudante de Agronomia da Faculdade Fasipe, Sinop, MT, gabrielhzpiaia@gmail.com;

⁴ Engenheiro químico, mestre em engenharia química, analista da Embrapa Arroz e Feijão, Sinop, MT, fabio.peixoto@embrapa.br;

⁵ Estudante de Agronomia da Faculdade Fasipe, Sinop, MT, jlmatortres803@gmail.com;

⁶ Engenheiro Agrônomo, doutor em agronomia, pesquisador da Embrapa Soja, Londrina, PR, edison.ramos@embrapa.br;

⁷ Engenheira Agrônoma, doutora em fitopatologia, pesquisadora da Embrapa Agrossilvipastoril, Sinop, MT, dulandula.wruck@embrapa.br;

Resumo

A rotação soja-milho tem sido utilizada extensivamente e, considerando-se os problemas do uso rotineiro de um sistema de produção, têm sido pesquisados consórcios alternativos ao milho. Quanto à influência das plantas antecessoras na qualidade dos grãos, muitas vezes as respostas se limitam ao teor proteico. Desta forma, objetivou-se avaliar se há influência do consórcio utilizado antes do cultivo da soja nas propriedades físicas e na constituição de química dos grãos de soja. Foram avaliados grãos de soja, produzidos após sete consórcios de plantas de cobertura. A soja cultivada após a produção de milho foi a testemunha. Foram determinadas as propriedades físicas (massa específica aparente, massa de mil grãos, teor de água e cor) e o teor de proteína e de extrato etéreo dos grãos. Não houve diferença entre os consórcios avaliados quanto à massa específica aparente, cor e teor de óleo. Destaca-se que todos os consórcios atingiram valores comerciais desejáveis para os teores de óleo e proteína.

Palavras-chave: qualidade; propriedades físicas; pós-colheita; SPD.

THE PRECEDOR CROP DOES NOT INFLUENCE THE QUALITY OF SOYBEAN

Abstract

The soybean-corn rotation has been used extensively and considering the problems of routine use of a production system, alternative consortiums to corn have been researched. Regarding the influence of predecessor plants on grain quality, answers are often limited to protein content. In this way, the objective was to evaluate whether there is an influence of the consortium used before soybean cultivation on the physical properties and chemical constitution of soybeans. Soybeans, produced after seven cover crop consortiums, were evaluated. Soybeans grown after corn production were the control. The physical properties (bulk density, mass of one thousand grains, moisture content and color) and the protein and ether extract content of the grains. There was no difference between the evaluated intercrops in terms of apparent specific mass, color and oil content. It is noteworthy that all intercropping reached desirable commercial values for oil and protein contents.

Key-words: quality; physical properties; post-harvest; SPD.



Introdução

O sistema de produção adotado por produtores de soja, em geral, é a sucessão de soja e milho, sendo o milho cultivado na segunda safra ou safrinha. O uso contínuo soja e milho, entretanto, pode comprometer a viabilidade do sistema plantio direto (SPD) no longo prazo, uma vez que, em geral, esse sistema gera baixas quantidades de resíduos vegetais (Gassen; Gassen, 1996).

Na ausência do preparo do solo, com aração e gradagem, as raízes das plantas são responsáveis pelo condicionamento do solo para a próxima semeadura (Balbinot Junior *et al.*, 2017).

O estudo de propriedades físicas de grãos possui relevância na otimização dos processos industriais, estudos de aerodinâmica, dimensionamento de equipamentos utilizados nas operações de colheita e pós-colheita e quando se trata de conservação adequada dos grãos, bem como em estudos de transferência de massa e calor e movimentação de ar que ocorrem nas operações de secagem e aeração (Corrêa *et al.*, 2002; Resende *et al.*, 2005; Mir *et al.*, 2013; Botelho *et al.*, 2016).

A variação do teor de proteína e de óleo é determinada principalmente por fatores genéticos, mas com forte influência ambiental, principalmente no período de enchimento de grãos (Pipolo *et al.*, 2015).

Considerando a necessidade de disponibilizar culturas de cobertura para rotacionar no sistema de produção de soja e a possibilidade de influência destas culturas na qualidade dos grãos é indispensável a avaliação pós-colheita da soja produzidas após diferentes consórcios visando a indicação de alternativas ao sistema soja-milho.

O objetivo com esse trabalho foi identificar se as propriedades físicas e a constituição dos grãos de soja são influenciadas pelas plantas de cobertura antecessoras.

Material e métodos

Grãos de soja da cultivar Brasmax Olimpo Ipro foram produzidos na safra 2023/2024, na Fazenda Santana, em Sorriso/MT. O experimento, instalado em SPD, foi composto por sete tratamentos, com três repetições. Os tratamentos foram as culturas (ou consórcios) antecessores ao plantio da soja, sendo: 1 – milho (testemunha); 2 – milho + *B. ruziziensis*; 3 – milho + *B. ruziziensis* + *C. spectabilis*; 4 – sorgo BRS Ponta Negra + *C. spectabilis*; 5 – sorgo granífero BRS 373 + estilosantes BRS Bela; 6 – *B. ruziziensis* + *C. spectabilis*; 7 – *B. ruziziensis* + gergelim BRS Anahí + *C. spectabilis* + níger + nabo forrageiro + trigo mourisco (consórcio sêxtuplo).

O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado, em esquema de faixas, com três repetições.



Após a colheita, os grãos foram trilhados mecanicamente e transportados para o laboratório de Pós-colheita da Embrapa Agrossilvipastoril onde passaram por limpeza manual e secagem natural. As propriedades físicas dos grãos avaliadas foram teor de água e massa de mil grãos, segundo Brasil (2009), massa específica aparente e cor, de acordo com Botelho *et al.* (2018).

Foram determinados também os teores de proteína, pelo método de Kjeldahl e o teor de óleo (extrato etéreo), usando-se a metodologia de bolsas de filtro da Ankom e éter de petróleo como solvente.

Os dados foram submetidos a avaliação da normalidade da distribuição dos dados e homogeneidade de variâncias, sendo as médias comparadas por análise de variância e pelo teste de Scott-Knott ($p < 0,05$).

Resultados e discussão

Para as propriedades físicas, houve diferença significativa entre os consórcios quanto ao teor de água, massa de mil grãos e ângulo Hue (Tabela 1). Não houve diferença entre os consórcios quanto à massa específica aparente, coordenada de cor L^* e croma.

Tabela 1. Média do teor de água, massa de mil grãos (m1000) e ângulo Hue de grãos de soja cultivados em SPD em função de diferentes consórcios antecessores.

Consórcios	Teor de água (%)	m1000 (g)	Hue (°)
1 Milho (testemunha)	9,12 a	252,72 a	72,57 a
2 Milho + <i>B. ruziziensis</i>	9,37 a	249,47 a	72,57 a
3 Milho + <i>B. ruziziensis</i> + <i>C. spectabilis</i>	9,24 a	248,50 a	73,09 a
4 BRS Ponta Negra + <i>C. spectabilis</i>	9,53 a	229,10 b	71,75 b
5 Sorgo granífero BRS 373+ estilosantes BRS Bela	9,08 a	239,15 b	71,55 b
6 <i>B. ruziziensis</i> + <i>C. spectabilis</i>	9,41 a	239,66 b	72,20 b
7 Sêxtuplo ¹	8,52 b	256,96 a	72,91 a
CV (%)	4,74	3,91	1,11

¹ Sêxtuplo: Consórcio formado por *B. ruziziensis* + gergelim BRS Anahí + *C. spectabilis* + níger + nabo forrageiro + trigo mourisco; ² Coeficiente de variação. *Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Scott-Knott.

O teor de água é o principal fator que influencia as propriedades físicas dos produtos agrícolas (Botelho *et al.*, 2015). A variação das propriedades físicas dos grãos em função do teor de água é uma tendência verificada na maioria dos produtos agrícolas (Ruffato *et al.*, 1999). É possível afirmar que a diferença nas propriedades físicas dos grãos, entre os consórcios avaliados, refere-se às condições experimentais.



Os consórcios avaliados foram separados em dois grupos quanto à massa de mil grãos. O primeiro grupo, formado pelos consórcios 1, 2, 3 e 7 apresentou média de 251,91 g, enquanto o grupo formado pelos consórcios 4, 5 e 6 apresentou massa média de mil grãos de 235,97 g. Os dados obtidos neste experimento estão de acordo com os obtidos em outro trabalho que avaliou soja e foi realizado na região Ruffato *et al.* (2015).

Os tratamentos 4, 5 e 6 diferiram dos demais para o ângulo Hue. Neste caso, o menor valor de ângulo Hue indica cor menos amarelada. O ângulo Hue expressa a variação da coloração em produtos vegetais. O h° assume valor de zero para a cor vermelha, 90° para a cor amarela, 180° para verde e 270° para azul. (Mendonça *et al.*, 2003). O atributo cor pode sofrer interferência no campo devido ao manejo das lavouras de soja, sendo que a distribuição inadequada de calcário ou fertilizantes pode resultar de maturação desuniforme dos grãos (França Neto *et al.*, 2005).

O resultado da comparação das médias entre os consórcios do teor de proteína e de extrato etéreo da soja está apresentado na Tabela 2.

Tabela 2. Média do teor de proteína e de teor de extrato etéreo e proteína de grãos de soja cultivados em SPD em função de diferentes consórcios antecessores.

Tratamentos	Proteína (%)	EE (%)
1 Milho (testemunha)	35,28 a [*]	21,68 a
2 Milho + <i>B. ruziziensis</i>	34,40 a	21,62 a
3 Milho + <i>B. ruziziensis</i> + <i>C. spectabilis</i>	34,50 a	19,97 b
4 BRS Ponta Negra + <i>C. spectabilis</i>	33,89 b	20,47 b
5 Sorgo granífero BRS 373+ estilosantes BRS Bela	33,32 b	21,36 a
6 <i>B. ruziziensis</i> + <i>C. spectabilis</i>	34,48 a	21,86 a
7 Sêxtuplo	33,63 b	21,14 a
CV ² (%)	2,19	4,60

¹ Sêxtuplo: Consórcio formado por *B. ruziziensis* + gergelim BRS Anahí + *C. spectabilis* + níger + nabo forrageiro + trigo mourisco; ² Coeficiente de variação. *Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Scott-Knott.

O teor de proteína dos grãos de soja cultivados após os consórcios 4, 5 e 7 foi inferior aos outros tratamentos.

Os consórcios que apresentaram maior teor de proteína tiveram média de 34,66%, enquanto aqueles com menor teor apresentaram média de 33,61%. Os teores de proteína encontrados diferem dos encontrados por Silva *et al.* (2006) que relataram teor de proteína de 40% e dos de Hackenhaar *et al.* (2019) que quantificaram teores médios para proteína de 39,1%, em grãos de soja.



Para o extrato etéreo os consórcios 3 e 4 obtiveram média de 20,22% e os demais consórcios, média de 21,53%. Estes resultados assemelham-se aos encontrados por Jaureguy *et al.* (2013), que encontraram teores de óleo entre 19,6% e 20,9%, nas cultivares classificadas como de altos teores de óleo. Os resultados deste trabalho também estão próximos, ainda, aos obtidos por Barbosa *et al.* (2011) e Sales *et al.* (2013), que encontraram variações do teor de óleo entre 17,31 e 24,69%.

Conclusão

Conclui-se que os consórcios cultivados antes da cultura da soja não afetam a qualidade dos grãos.

Agradecimentos

À Embrapa Agrossilvipastoril, ao CNPq e ao REM.

Referências

- BALBINOT JUNIOR, A. A.; FRANCHINI, J. C.; DEBIASI, H.; YOKOYAMA, A. H. Contribution of roots and shoots of *Brachiaria* species to soybean performance in succession. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 52, n. 8, p. 592-598, 2017.
- BARBOSA, V. da S.; PELUZIO, J. M.; AFFÉRI, F. S.; SIQUEIRAS, G. B. de. Comportamento de cultivares de soja, em diferentes épocas de semeaduras, visando à produção de bicomustível. **Revista Ciência Agronômica**, v. 42, n. 3, p. 742-749, 2011.
- BOTELHO, F. M.; CORREA, P. C.; CAMPOS, S. de C.; VARGAS-ELÍAS, G. A.; ALMEIDA, M. D. S. D.; OLIVEIRA, G. H. H. de. Propriedades físicas de frutos de café robusta durante secagem: determinação e modelagem. **Coffee Science**, v. 11, n. 1, p. 65-75, 2016.
- BOTELHO, F. M.; FARIA, B. M. E. M. de; BOTELHO, S. de C. C.; RUFFATO, S.; NOGUEIRA, R. M. Metodologias para determinação de massa específica de grãos. **Agrarian**, v. 11, n. 41, p. 251-259, 2018.
- BOTELHO, F. M.; GRANELLA, S. J.; BOTELHO, S. de C. C.; GARCIA, T. R. B. Influência da temperatura de secagem sobre as propriedades físicas dos grãos de soja. **Engenharia na Agricultura**, v. 23, n. 3, p. 212-219, 2015.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Regras para análise de sementes. Brasília: MAPA, SDA, 2009.
- CORRÊA, P. C.; PAULO JÚNIOR, C. A.; QUEIROZ, D. M. de; SAMPAIO, C. P. Variação das dimensões características e da forma dos frutos de café durante o processo de secagem. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 6, n. 3, p. 466-470, 2002.
- FRANÇA NETO, J. B.; PÁDUA, G. P.; CARVALHO, M. L. M. de; COSTA, O.; BRUMATTI, P. S. R.; KRZYZANOWSKI, F. C.; COSTA, N. P. da; HENNING, A. A.; SANCHES, D. P. Semente esverdeada de soja e sua qualidade fisiológica. *In*: REUNIÃO DE PESQUISA DE SOJA DA REGIÃO CENTRAL DO BRASIL, 27., 2005, Cornélio Procópio. **Ata...** Londrina: Embrapa Soja, 2005. p. 180-192. (Embrapa Soja. Documentos, 265).
- GASSEN, D. N.; GASSEN, F. R. **Plantio direto**: o caminho do futuro. Passo Fundo: Aldeia Sul, 1996.



HACKENHAAR, N. M.; PELUZIO, J. M.; LIMA, M. D.; HACKENHAAR, C.; CARVALHO, E. V. DE; AFFÉRI, F. S.; MANDARINO, J. M. G. Potássio e época de semeadura em cultivares de soja para teor de óleo e proteína. **Acta Iguazu**, v. 8, n. 2, p. 1-11, 2019.

JAUREGUY, L. M.; RODRIGUEZ, F. L.; ZHANG, L.; CHEN, P.; BRYE, K.; OOSTERHUIS, D.; MAUROMOUSTAKOS, A.; CLARK, J. R. Planting date and delayed harvest effects on soybean seed composition. **Crop Science**, v. 53, n. 5, p. 2162-2175, 2013.

MENDONÇA, K.; JACOMINO, A. P.; MELHEM, T. X.; KLUGE, R. A. Concentração de etileno e tempo de desverdecimento de limão 'siciliano'. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 6, n. 2, p. 179-183, 2003.

MIR, S. A.; BOSCO, S. J. D.; SUNOOJ, K. V. Evaluation of Physical Properties of Rice Cultivars Grown in the Temperate Region of India. **International Food Research Journal**, v. 20, n. 4, p. 1521-1527, 2013.

PIPOLO, A. E.; HUNGRIA, M.; FRANCHINI, J. C.; BALBINOT JUNIOR, A. A.; DEBIASI, H.; MANDARINO, J. M. G. **Teores de óleo e proteína em soja: fatores envolvidos e qualidade para a indústria**. Londrina: Embrapa Soja, 2015. (Embrapa Soja. Comunicado técnico, 86).

PIPOLO, A. E.; HUNGRIA, M.; FRANCHINI, J. C.; BALBINOT JUNIOR, A. A.; DEBIASI, H.; MANDARINO, J. M. G. **Teores de óleo e proteína em soja: fatores envolvidos e qualidade para a indústria**. Comunicado Técnico/Recomendações Técnicas. 2015.

RESENDE, O.; CORRÊA, P. C.; GONELI, A. L. D.; CECON, P. R. Forma, tamanho e contração volumétrica do feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) durante a secagem. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, v. 7, n. 1, p. 15-24, 2005.

RUFFATO, S.; CORREA, P. C.; MARTINS, J. H.; MANTOVANI, B. H. M.; SILVA, J. N. da. Influencia do processo de secagem sobre a massa especifica aparente, massa especifica unitaria e porosidade de milho-pipoca. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 3, n. 1, p. 45-48, 1999.

RUFFATO, S.; FREITAS, P. H. S.; BONALDO, S. M.; MASO NETTO, G. dal; ECKERT, L. de L. F. Qualidade pós-colheita de grãos de soja em função da aplicação de fungicidas associado com fosfito-fosfato de potássio. *In*: CONGRESSO BRASILEIRO DE SOJA, 7.; MERCOSOJA, 2015, Florianópolis, SC. **Tecnologia e mercado global: perspectivas para soja: anais**. Londrina: Embrapa Soja, 2015.

SALES, P. V. G.; PELÚZIO, J. M.; AFFÉRI, F. S.; SILVA, M. C. C.; SALES, V. H. G. Variabilidade da posição das vagens quanto ao teor de óleo em grãos de soja. **Revista Ciências Agrárias**, v. 56, n. 3, p.274-277, 2013.

SILVA, M. S.; NAVES, M. M. V.; OLIVEIRA, R. B. de; LEITE, O. de S. M. Composição química e valor protéico do resíduo de soja em relação ao grão de soja. **Food Science and Technology**, v. 26, n. 3, p. 571-576, 2006.



Atributos de solo e produtividade de arroz em diferentes sistemas de produção

Margarida Dias de Paula ^{1*}, Ciro Augusto de Souza Magalhães ² e Onã da Silva Freddi ³.

^{1*} Estudante de graduação da Universidade Federal de Mato Grosso, bolsista EMBRAPA Agrossilvipastoril; Sinop, MT, margaridadiasdepaula@gmail.com;

² Engenheiro Agrícola, doutor em ciência do solo, pesquisador Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas, MG;

³ Engenheiro Agrônomo Doutor em Produção Vegetal, professor na UFMT; Sinop, MT, ona.freddi@ufmt.br.

Resumo

A rotação de culturas, um dos pilares do sistema plantio direto, ainda não é amplamente adotada em Mato Grosso. Indicadores de qualidade do solo, como as enzimas arilsulfatase e β -glicosidase, ajudam a avaliar a saúde dos solos e identificar as melhores opções de intensificação do uso do solo. O objetivo deste trabalho é avaliar a qualidade do solo em diferentes sistemas de produção de grãos e carne. Desde 2011, a Embrapa Agrossilvipastoril conduz um experimento com diferentes sistemas de produção. Na safra 2023/2024, após 12 anos de avaliações da sucessão soja/ milho, foi inserida a cultura do arroz, como opção para rotação de culturas nos sistemas e melhoria dos indicadores de qualidade do solo. Para esse estudo, em março de 2024 foram coletadas amostras de solo em quatro sistemas de produção, para análises químicas. Também foi feita a avaliação da produtividade de grãos de arroz. De maneira geral, o sistema de produção de grãos solteiro apresentou melhor fertilidade do solo. Porém, a produtividade de grãos de arroz não diferiu entre os tratamentos. O acompanhamento dos indicadores de qualidade do solo ao longo dos próximos anos será importante para identificar os sistemas de produção que aliam qualidade do solo e produtividade.

Palavras-Chave: agricultura sustentável, produção de alimentos, sistema de produção.

Soil attributes and rice yield in different production systems

Abstract

Crop rotation, a pillar of the no-till system, is not yet widely adopted in Mato Grosso. Soil quality indicators, such as arylsulfatase and β -glucosidase enzymes, help assess soil health and identify the best options for land use intensification. The objective of this work is to evaluate soil quality in different grain and meat production systems. Since 2011, Embrapa Agrossilvipastoril has been conducting a trial with different production systems. In 2023/2024 season, after 12 years of soybean/corn assessment, upland rice was inserted as an option to crop rotation in the systems and improvement of soil quality indicators. For this study, in March 2024 soil samples were collected in four production systems, to chemical analyses. Also was evaluated the rice grain yield. In general, single grain production system has higher soil fertility. However, grain yield was not different among the treatments. Monitoring soil quality indicators over the next few years will be important to identify production systems that combine soil quality and productivity.

Key-words: sustainable agriculture, food production, production system.

Introdução

A intensificação do uso da terra através de sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta é uma das principais alternativas para aumentar a produção de alimentos, fibras e energia. No entanto, essa intensificação deve seguir preceitos da agricultura conservacionista, como o sistema plantio direto, visando à produção de palha, melhoria da qualidade do solo, uso



eficiente de equipamentos, geração de empregos e aumento de renda no campo (Macedo; Araújo, 2019).

A rotação de culturas, um dos pilares do sistema plantio direto, ainda não é amplamente adotada em Mato Grosso, e pode trazer diversos benefícios em prol da sustentabilidade da agropecuária mato-grossense.

Embora seja uma estratégia de intensificação dos sistemas de produção, o uso contínuo da sucessão soja/milho tem causado problemas como degradação da qualidade estrutural e biológica do solo, aumento de plantas daninhas, doenças radiculares por fungos, nematoides e insetos-praga, elevando os custos e reduzindo a produção, ameaçando a sustentabilidade dessas cadeias produtivas (Debiasi *et al.*, 2015). Soma-se a isso, os preços de insumos cada vez mais elevados, que obrigam os produtores a adotarem modelos de produção com maior eficiência do uso da terra.

Dentro dessa temática, o uso de indicadores de qualidade do solo pode auxiliar na identificação das melhores opções de intensificação de uso do solo. Assim, a BioAS, que é uma tecnologia que agrega o componente biológico às análises de rotina de solos e consiste na análise das enzimas arilsulfatase e beta-glicosidase, associadas aos ciclos do enxofre e do carbono, respectivamente, ajuda a avaliar a saúde dos solos. (Mendes *et al.*, 2021). Este estudo propõe que a rotação de culturas anuais combinada com produção pecuária (ILP), resulta em melhoria da qualidade do solo. O objetivo deste trabalho é avaliar a qualidade do solo em diferentes sistemas de produção de grãos e carne.

Material e métodos

Desde 2011, a área experimental da Embrapa Agrossilvipastoril em Sinop, MT (11°51'S, 55°35'W, a 370 m de altitude), localizada na transição dos biomas Cerrado e Amazônia, tem sediado um experimento de grande escala e longa duração. O clima da região é classificado como Aw (Alvares *et al.*, 2013), caracterizado por uma temperatura média anual de 25,6 °C e uma precipitação anual média de 1.974 mm, com um período seco entre maio e setembro e um déficit hídrico acumulado de 284 mm (Souza *et al.*, 2013). O solo da área é um Latossolo Vermelho Amarelo distrófico argiloso, de relevo plano (Viana *et al.*, 2015).

O experimento foi dividido em diferentes arranjos de sistemas ILPF, utilizando um delineamento experimental em blocos completos casualizados, com quatro repetições. Em meados de 2023, encerrou-se o primeiro ciclo de avaliações, que durou 12 anos. Para o novo ciclo de avaliações, a partir da safra 2023/2024, foram propostas mudanças nos tratamentos, mantendo-se uma relação estreita com o histórico de uso anterior. Para esse trabalho, foram selecionados 4 tratamentos, conforme está apresentado na Tabela 1.



Tabela 1 - Sistemas de produção avaliados (codificação utilizada de forma geral para o experimento)

Sistema de produção	Descrição
2-LAV	Lavoura de arroz na safra, após 12 anos de sucessão soja/milho
3-PEC	Pecuária solteira com <i>Brachiaria brizantha</i> , cultivar Marandu
4-ILP1	Após um ciclo de 2,5 anos de pecuária conforme 3-PEC, lavoura de arroz na safra
5-ILP2	Após soja na safra e pecuária conforme 3-PEC, lavoura de arroz na safra

Na safra 2023/2024, nos tratamentos 2-LAV, 4-ILP1 e 5-ILP2 foram semeados, entre os dias 04 e 12 de dezembro de 2023, 70 kg/ha do cultivar de arroz de terras altas BRS A502, com espaçamento de 22 cm entre linhas. A adubação foi em lanço, 370 kg/ha do formulado NPK 04-30-10+0,2% de Zn. Foi aplicado 50 kg/ha de FTE BR12 também em lanço, antes da semeadura. Aos 30 dias após a semeadura (DAS) foram aplicados em cobertura 200 kg/ha de 20-00-20, e aos 50 DAS, 100 kg/ha de ureia. O tratamento 3-PEC teve avaliação do desempenho de bovinos machos Nelore de forma contínua, com pastejo animal ocorrendo desde janeiro de 2015. Os tratamentos 4-ILP1 e 5-ILP2 compõem sistemas de produção com integração lavoura-pecuária, cuja produção de grãos é alternada a cada 2 anos com a pecuária. Assim, desde 2015 esses sistemas tiveram 4 ciclos de produção de grãos e 4 ciclos de produção pecuária, com pastejo contínuo e taxa variável, em função da altura do capim (meta de 30 cm). Entre outubro de 2022 e junho de 2023 houve pastejo animal nos tratamentos 3-PEC e 4-ILP1, com peso inicial de machos Nelore de 232 kg, taxa de lotação média de 3,7 UA/ha e aplicação de 250 kg/ha de superfosfato simples e 250 kg/ha do formulado NPK 20-00-20 (final de fevereiro de 2023). Entre junho e novembro de 2023, foi feita avaliação da terminação desses animais, que estavam com peso médio inicial de 460 kg, mantendo-se o mesmo manejo do capim. Nesse período, a taxa de lotação média foi de 1,67 UA/ha nos tratamentos 3-PEC e 4-ILP1. O tratamento 5-ILP2 teve o cultivo de soja na safra 2022/23 com manejo similar ao realizado no tratamento 2-LAV, e após a colheita da soja, foi semeada braquiária brizantha cv Marandu, somente destinada a cobertura do solo. Após a retirada dos animais das parcelas dos tratamentos 3 e 4, no final do mês de novembro de 2023, foi feita a dessecação para a semeadura do arroz. Na Figura 1 estão apresentadas as informações de temperatura e precipitação registradas na estação meteorológica principal da Embrapa Agrossilvipastoril no período de cultivo do arroz.

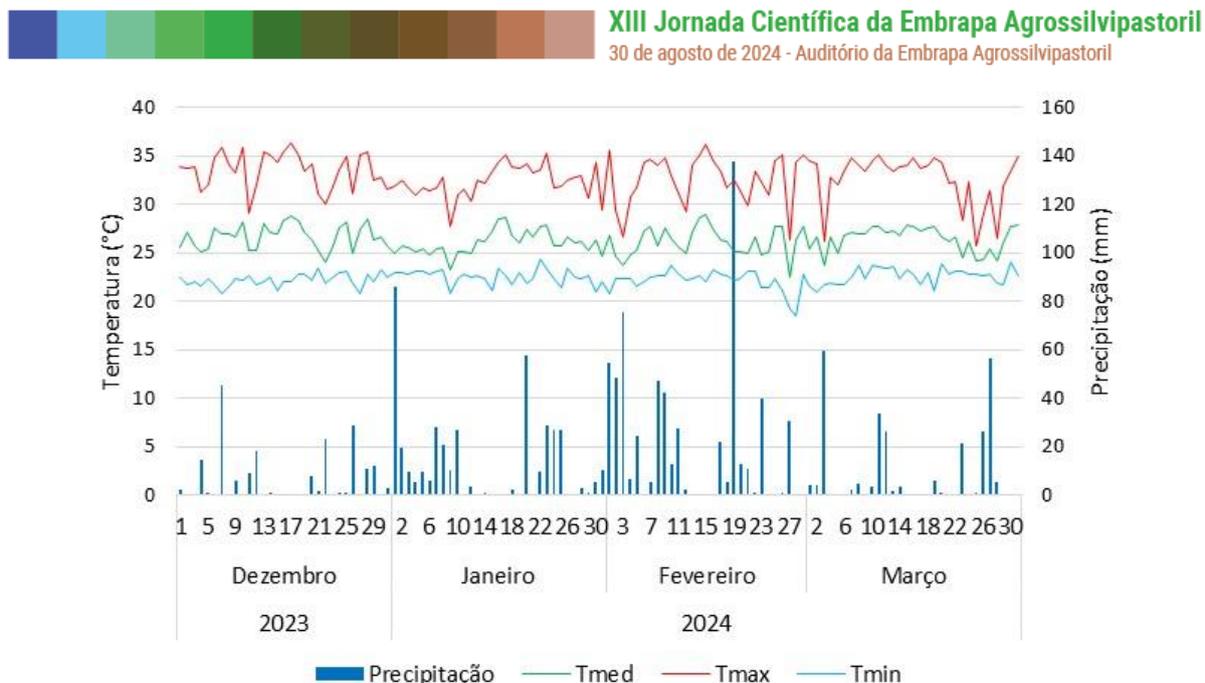


Figura 1 – Temperaturas máximas, médias e mínimas diárias e precipitação diária registradas entre dezembro de 2023 e março de 2024 em Sinop, MT.

Para analisar os atributos químicos do solo nos diferentes tratamentos foram coletadas amostras nas camadas de 0 cm-10 cm e 10 cm-20 cm, com quatro repetições (4 amostras simples para formar uma amostra composta, em cada parcela). As amostras foram secas ao ar, peneiradas em malha de 2 mm e analisadas quanto aos seguintes atributos químicos: pH em água, teores de P, K⁺, Ca²⁺, Mg²⁺ e matéria orgânica do solo (MOS). As análises laboratoriais seguiram os procedimentos descritos por Teixeira *et al.* (2017).

Foram realizadas análises de atividade das enzimas β-glicosidase e arilsulfatase, em amostras de solo coletadas na fase de florescimento da cultura do arroz, na camada de 0–10 cm. Essas análises foram realizadas em laboratório da Embrapa Agrossilvipastoril.

Também foi feita a estimativa da produção de grãos de arroz nos tratamentos 2, 4 e 5, com colheita mecanizada de 18 linhas de 10 metros em cada parcela experimental. Após, as amostras foram pesadas e a umidade determinada em aparelho de condutividade dielétrica, marca Gehaka, modelo G 600. Por fim, os valores foram convertidos para kg/ha, com correção da umidade para 13%. Os dados foram submetidos à análise de variância, e as médias foram comparadas pelo teste de Scott-Knott.

Resultados e discussão

Os dados de atributos de solo e atividade enzimática estão apresentados na Tabela 2. Os tratamentos 2-LAV e 4-ILP1 resultaram em valores superiores de pH na camada de 0 cm a 10 cm. Na camada de 10 cm a 20 cm, o tratamento 4-ILP1 teve valor superior aos demais tratamentos. Em relação ao teor de fósforo (P), na camada de 0 cm - 10 cm, o tratamento 2-LAV teve o maior teor. Os tratamentos 4-ILP1 e 5-ILP2 tiveram teor intermediário de fósforo,



enquanto o tratamento 3-PEC teve valor muito baixo, sendo o mesmo observado na camada de 10 cm - 20 cm. Em relação às enzimas, no tratamento 2-LAV a maior atividade da enzima β -glicosidase é praticamente o dobro do valor encontrado por Mendes *et al.* (2021), em uma área de cultivo de soja/milho em Itiquira, MT, o que pode ser, em parte, explicado pelo maior teor de MOS. O tratamento 3-PEC teve o menor valor de atividade da enzima β -glicosidase, apesar do teor de MOS ter um nível considerado adequado e igual ao encontrado nos demais tratamentos.

Tabela 2 – Atributos de solo em duas camadas de solo avaliados em diferentes sistemas de produção em Sinop, MT

Tratamento	pH	Ca	Mg	P	K	MOS	β -glicosidase	Sulfatase
		cmolc.dm ⁻³		mg.dm ⁻³		dag.kg ⁻¹	mg de p-nitrofenol kg ⁻¹ de solo h ⁻¹	
0 a 10 cm								
2-LAV	6,15a**	3,7	1,7	40,1a	29,0	4,64	117,5a	68,3
3-PEC	5,82b	2,8	1,2	0,9c	37,8	5,31	71,5c	62,8
4-ILP1	6,15a	3,9	1,8	16,3b	48,0	4,74	88,0b	71,8
5-ILP2	5,75b	3,2	1,1	16,3b	29,0	4,81	91,3b	65,0
10 a 20 cm								
2-LAV	5,70b	1,8	0,9	33,0a	28,3	3,60	-	-
3-PEC	5,73b	1,8	0,9	0,2c	33,0	4,07	-	-
4-ILP1	6,00a	2,4	1,3	4,6b	40,0	3,83	-	-
5-ILP2	5,55b	1,8	0,6	8,3b	26,5	3,81	-	-

* pH em H₂O; Ca e Mg (KCl 1 mol/L); P e K (Mehlich-1); MOS – matéria orgânica do solo (CHNS); β -glicosidase e arilsulfatase (mg p-nitrofenol kg⁻¹ solo h⁻¹).

**médias acompanhadas por letras iguais nas colunas não diferem entre si, pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade de erro.

Na Figura 2 estão apresentados os resultados de produtividade de grãos de arroz nos tratamentos 2, 3 e 5.

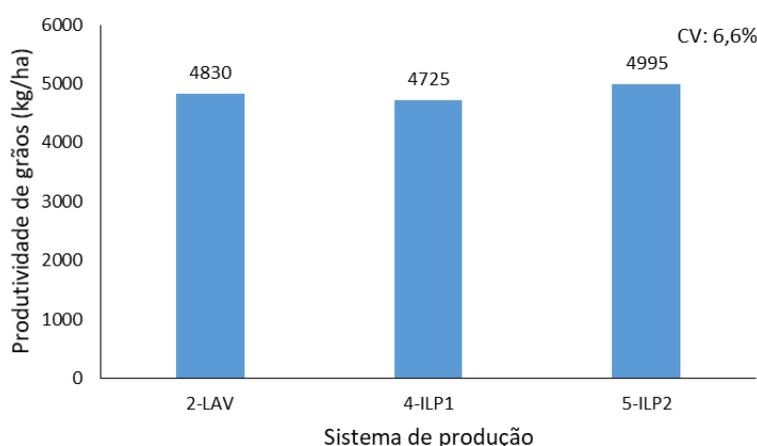


Figura 2 - Produtividade de grãos de arroz na safra 2023/2024 em três sistemas de produção.



Não houve diferença entre os tratamentos, e a produtividade média obtida foi de 4.850 kg/ha (80,8 sacas/ha), 38% superior à média de MT para a safra 2023/2024 (Acompanhamento..., 2024).

Conclusão

É necessário continuar o acompanhamento dos atributos de qualidade do solo após a inserção da cultura do arroz nos sistemas de produção para que se possa verificar a evolução da qualidade do solo e entender como as diferentes opções de rotação de culturas irão impactar esses indicadores.

Agradecimentos

Os autores agradecem ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - CNPQ pelo apoio financeiro e a Embrapa Agrossilvipastoril pelo auxílio em todas as etapas do trabalho.

Referências

- ACOMPANHAMENTO da safra brasileira [de] grãos: safra 2023/24: décimo primeiro levantamento. Brasília, DF: Conab, v. 11, n. 11, 2024. Disponível em: https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos/boletim-da-safra-de-graos/item/download/54460_ac5ec041ecc80ebcefb26d898f2b33da. Acesso em: 08 out. 2024.
- ALVARES. C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J. L. de M.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 22, n. 6, p. 711-728, 2013.
- DEBIASI, H.; FRANCHINI, J. C.; BALBINOT JUNIOR, A. A.; CONTE, O. **Diversificação de espécies vegetais como fundamento para a sustentabilidade da cultura da soja**. Londrina: Embrapa Soja, 2015. (Embrapa Soja. Documentos, 366). Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1036787/1/doc366OL.pdf>. Acesso em: 08 out 2024
- MACEDO, M. C. M.; ARAUJO, A. R. de. Sistemas de produção em integração: alternativa para recuperação de pastagens degradadas. In: BUNGENSTAB, D. J.; ALMEIDA, R. G. de; LAURA, V. A.; BALBINO, L. C.; FERREIRA, A. D. (ed.). **ILPF: inovação com integração de lavoura, pecuária e floresta**. Brasília, DF: Embrapa, 2019. p. 295-317.
- MENDES, I. de C.; CHAER, G. M.; REIS JUNIOR, F. B. dos; SOUSA, D. M. G. de; SILVA, O. D. D. da; OLIVEIRA, M. I.; MALAQUIAS, J. V. **Tecnologia BioAS: uma maneira simples e eficiente de avaliar a saúde do solo**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2021. (Embrapa Cerrados. Documentos, 369).
- SOUZA, A. P., MOTA, L. L.; ZAMADEI, T.; MARTIM, C. C.; ALMEIDA, F. T.; PAULINO, J. Classificação climática e balanço hídrico climatológico no estado de Mato Grosso. **Nativa**, v. 1, n. 1, p. 34-43, 2013. Disponível em: <https://periodicoscientificos.ufmt.br/ojs/index.php/nativa/article/view/1334/pdf>. Acesso em: 08 out. 2024.
- TEIXEIRA, P. C.; DONAGEMMA, G. K.; FONTANA, A.; TEIXEIRA, W. G. (ed.). **Manual de métodos de análise de solo**. 3. ed. rev. e ampl. Brasília, DF: Embrapa, 2017.



VIANA, J. H. M.; SPERA, S. T.; MAGALHAES, C. A. de S.; CALDERANO, S. B.

Caracterização dos solos do sítio experimental dos ensaios do Projeto Safrinha em Sinop-MT. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2015. (Embrapa Milho e Sorgo. Comunicado Técnico, 210).



Sistema tropical de produção de leite

Ana Carolina Peres¹, Pedro Drummond Rodrigues² e Luciano Bastos Lopes³

¹ Estudante de graduação em zootecnia na Universidade Federal de Mato Grosso, bolsista na Instituição Embrapa Agrossilvipastoril, Sinop, MT, ana.peres@sou.ufmt.br;

² Estudante de medicina veterinária na Universidade Federal de Minas Gerais, estagiário na Instituição Embrapa Agrossilvipastoril, Sinop, MT, pedrodrummond.vet@gmail.com;

³ Médico veterinário, doutor em Ciências Animais, pesquisador da Embrapa Agrossilvipastoril, Sinop, MT, luciano.lopes@embrapa.br.

Resumo

Este estudo teve como objetivo avaliar o desempenho leiteiro de vacas Girolando em dois sistemas de produção distintos: silvipastoril (SSP) e pleno sol (PS), ambos localizados no campo experimental da Embrapa Agrossilvipastoril, Sinop-MT. Foram utilizadas 14 vacas lactantes da raça Girolando distribuídas igualmente entre os sistemas. O SSP consiste em pastagens com renques duplos de eucalipto, enquanto o SP era composto por pastagens sem sombreamento. O consumo de silagem de milho, água e o comportamento animal foram monitorados entre junho e julho de 2024. O consumo de silagem foi observado e calculado por meio de pesagens antes e após a oferta. O consumo de água foi medido por hidrômetros e o comportamento animal foi avaliado por meio de imagens aéreas capturadas por drone multiespectral. Os resultados preliminares indicam que a implementação de sistemas silvipastoris pode ser uma alternativa promissora para a produção de leite em regiões tropicais, como o Mato Grosso. No entanto, são necessários estudos mais aprofundados para avaliar o impacto desses sistemas sobre a produção de leite, a qualidade do leite e o bem-estar animal.

Palavras-chave: Silvipastoril, Girolanda, estresse calórico, comportamento.

Tropical milk production system

Abstract

This study aimed to evaluate the milk production of Girolando cows in two distinct production systems: silvopastoral (SSP) and full sun (PS), both located at the Embrapa Agrossilvipastoral experimental field in Sinop-MT. Fourteen lactating Girolando cows were used, equally distributed between the systems. The SSP consisted of pastures with double rows of eucalyptus, while the PS was composed of pastures without shading. The consumption of corn silage, water, and animal behavior were monitored between June and July 2024. Silage consumption was observed and calculated by weighing before and after offering. Water consumption was measured by water meters, and animal behavior was assessed through aerial images captured by a multispectral drone. Preliminary results indicate that the implementation of silvopastoral systems may be a promising alternative for milk production in tropical regions, such as Mato Grosso. However, further studies are needed to evaluate the impact of these systems on milk production, milk quality, and animal welfare.

key-words: Silvopastoral, Girolanda, Heat stress, Behavior

Introdução

O agronegócio brasileiro é um dos pilares da economia nacional. Nesse contexto, a produção de leite destaca-se como um setor estratégico, sobretudo para a agricultura familiar em estados como o de Mato Grosso. Apesar da oferta e diversidade de insumos, a



produção de leite não ocupa uma posição relevante dentro de suas atividades econômicas. Devido à dificuldade de acesso às tecnologias, muitos produtores da pecuária são influenciados pela cadeia do gado de corte. Segundo Michetti *et al.* (2020), a sazonalidade da produção é maior em Mato Grosso comparada a dos outros estados com maior destaque na cadeia de lácteos brasileira. Essa oscilação na oferta compromete a capacidade de processamento das indústrias de laticínios na região, impactando no valor pago aos produtores e reduzindo a produção e comercialização de produtos lácteos, contribuindo negativamente para a promoção de uma melhor política local de preços.

Com base nas demandas do estado foi submetido um projeto denominado “Sistemas de integração pecuária-floresta para produção sustentável de leite em clima tropical” com seu estabelecimento previsto para 2025. Um projeto piloto foi estabelecido para avaliar a capacidade produtiva do Girolando em diferentes sistemas de produção. A escolha da raça Girolando, conhecida por sua adaptabilidade, rusticidade e precocidade, se justifica por sua formação a partir do cruzamento entre o Gir leiteiro e o Holandês (ABCG, 2024), resultando em um animal com grande potencial leiteiro e bem adaptado às condições tropicais, buscando explorar as possibilidades de aumentar a produção de leite no estado, aproveitando as características inerentes ao Girolando. O objetivo desse trabalho foi avaliar dados comportamentais de animais da raça Girolando nos sistemas Silvipastoril e pleno sol nas condições do Brasil central.

Material e métodos

O projeto piloto foi implementado na plataforma de ILPF da Embrapa Agrossilvipastoril, localizada na cidade de Sinop, MT. Foram selecionadas dentro do rebanho de leite 14 vacas lactantes da raça Girolando 5/8, sendo 7 delas dispostas no sistema silvipastoril (SSP), que combina pasto, animais e árvores. O tratamento SSP utilizado para abrigar as 7 vacas possui renques duplos de eucalipto (H13) com distância de 50 metros entre renques. Os demais animais foram alojados no sistema de pecuária solteira (PS), onde permaneceram em um pasto sem acesso à sombra. Ambos os sistemas são compostos por pastos de 2.500 m². Para verificação comportamental destes, foram medidas, o consumo de silagem, água e coletadas imagens aéreas entre os meses de junho e agosto de 2024.

Os animais foram suplementados com silagem de milho, ofertada uma vez ao dia. O consumo da silagem, foi medido durante um período de 40 dias, onde foi calculada a quantidade que cada grupo recebia de alimento antes da ordenha no período da tarde, para que então a sobra fosse pesada posteriormente. A água foi fornecida aos animais *ad libitum*. Cada piquete possui um bebedor com hidrômetro, que possibilitou a leitura do consumo de água em m³, sendo elas realizadas em um período de 20 dias. As médias foram calculadas



com leituras padronizadas às 14:00 horas a partir da leitura do dia anterior, sendo possível realizar a diferença de consumo de cada grupo.

As imagens aéreas, foram obtidas através de voos regulares alçados 3 vezes ao dia nos horários de 10:00, 12:00 e 14:00 horas, para isso foi utilizado o drone Phantom 4, com câmera de 6 lentes, sendo uma RGB e 5 multiespectrais, a uma altura de 60 metros do chão. As imagens registradas foram anexadas no sistema Pix4Dmapper, onde foram transformadas em mapas de cada pasto.

Resultado e discussão

Não houve diferença significativa no consumo hídrico entre os dois sistemas, um fator que pode explicar este resultado seria a condição climática do estado, onde se tem dias quentes na maior parte do ano. De acordo com Mota (2001), a faixa de temperatura para vacas em lactação de 7 a 26 °C é considerada ótima, entre 27 °C e 34 °C é regular e acima de 35 °C é crítica. Em condições de estresse calórico, o consumo de água pode aumentar de 50 para 100 L por dia (Titto, 1998). No entanto, com índices como ITGU acima da faixa ideal na maior parte do ano, o consumo não divergiu entre os grupos, mesmo com a presença de árvores no silvipastoril, conforme descrito na tabela 1.

Tabela 1. Diferença de consumo hídrico m³ entre sistemas.

Consumo m ³ SSP	Consumo m ³ SP
0,41	0,50
0,44	0,49
0,35	0,49
0,34	0,48
0,41	0,41
0,46	0,47
0,54	0,63
0,45	0,43
0,43	0,49
Teste de Fisher	0,946284

Os resultados do consumo de silagem demonstram não haver diferença entre os grupos com base na análise estatística ($P > 0.05$). Levantou-se a hipótese que a configuração atual do SSP não seja suficiente para mitigar o estresse calórico na região. No entanto, são necessárias análises mais detalhadas para confirmar essa hipótese e identificar os fatores que mais influenciam o consumo de silagem em cada sistema.

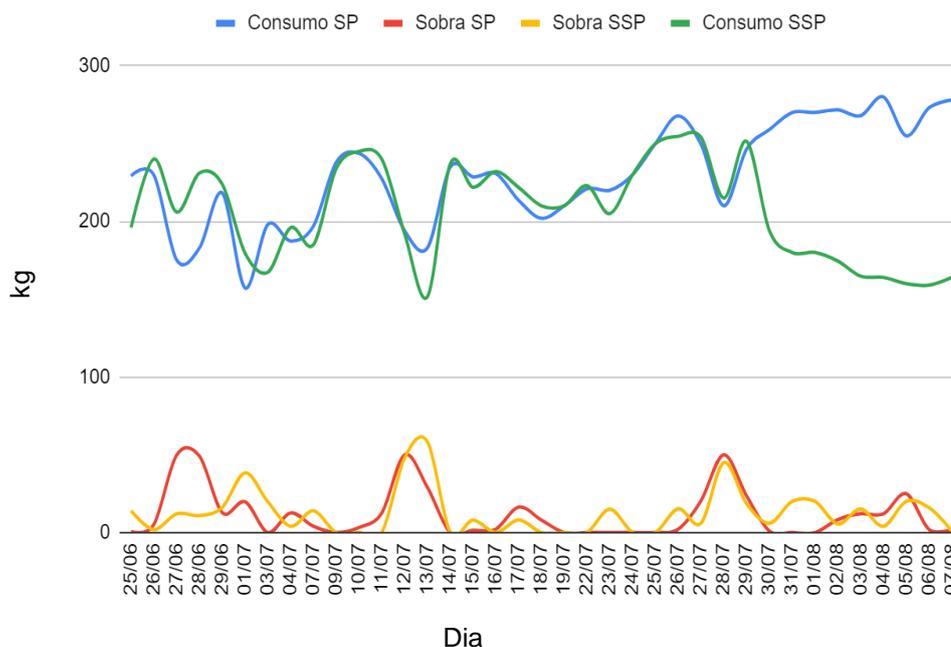


Figura 2. Consumo de silagem dia em kg de matéria natural

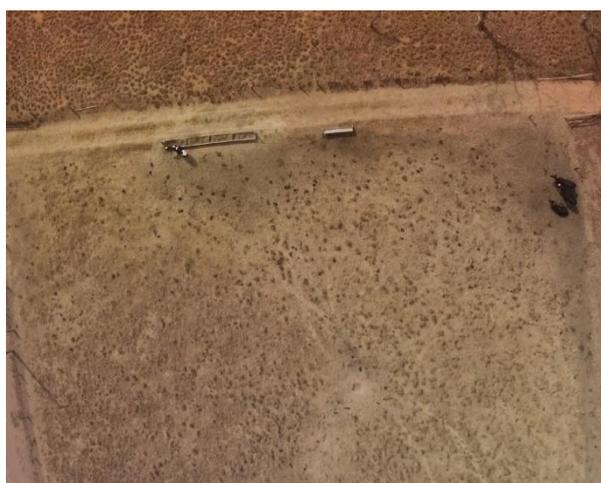


Figura 2. Sol Pleno às 10:00



Figura 3. Sistema Silvopastoril às 10:00

Com as imagens aéreas é possível comparar o comportamento animal de cada sistema, onde as vacas do SSP se abrigam na sombra nas horas mais quentes do dia, já no sistema SP, estes animais tendem a ficarem mais gregárias e deitadas perto dos renques de eucalipto.

Conclusão

O sistema silvipastoril é uma alternativa promissora para melhorar o bem-estar animal, mas pode haver limitações quanto a sua capacidade de mitigar as altas temperaturas na região. A utilização de imagens aéreas como ferramenta de monitoramento



e análise comportamental dos animais pode ser uma prática importante para verificação da ocorrência de estresse pelo calor, mesmo em sistemas sombreados como o silvipastoril.

Agradecimentos

Os autores agradecem ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - CNPQ pelo apoio financeiro.

Referências

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DOS CRIADORES DE GIROLANDO (ABCG). **Sobre a raça**. 2024. Disponível em: <https://www.girolando.com.br/girolando/sobre-a-raca>. Acesso em: 13 ago. 2024.

MICHETTI, M.; REIS, J. C. dos; KAMOI, M. Y. T.; LOPES, L. B. Seasonal variation of price and milk production in Mato Grosso. **Scientific Electronic Archives**, v. 138, n. 7, p. 67-76, 2020.

MOTA, F. S. **Climatologia zootécnica**. Pelotas: Edição do autor. 2001.

TITTO, E. A. L. Clima: influencia na producao de leite. *In*: SIMPOSIO BRASILEIRO DE AMBIENCIA NA PRODUCAO DE LEITE, 1., 1998, Piracicaba, SP. **Anais...** Piracicaba: NUPEA-ESALQ, 1998. p. 10-23.



Mapeamento de atributos físicos do solo em sistemas de integração Lavoura-Pecuária (ILP)

Hiury Patrik Gil Espinha¹, Ciro Augusto de Souza Magalhães², Onã da Silva Freddi³.

¹ Estudante de graduação da Universidade Federal de Mato Grosso, bolsista EMBRAPA Agrossilvipastoril; Sinop, MT, hiurypatrick5@gmail.com;

² Engenheiro Agrícola, doutor em Ciência do Solo, pesquisador da Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas, MG;

³ Engenheiro Agrônomo, doutor em Produção Vegetal, docente na UFMT, Sinop, MT, ona.freddi@ufmt.br.

Resumo

O estudo realizado aborda a crescente adoção de sistemas integrados na agricultura para atender à demanda global por alimentos, fibras e energia, visando aumentar a produção sem expandir as áreas produtivas. No entanto, a intensificação do uso da terra sem planejamento pode causar degradação do solo e contaminação dos recursos hídricos. Foram avaliados e comparados atributos de solo em quatro sistemas de produção de grãos e carne. Os resultados mostraram alta compactação do solo na camada 0,10-0,20 m do solo, com tendência de maior impacto nos sistemas com pastejo animal. Os sistemas de produção de grãos apresentaram valores menores, mas ainda sim com restrições ao crescimento radicular das culturas. Conclui-se que o uso intensivo do solo resultou em piora de atributos físicos do solo, podendo limitar a produção e comprometer a sustentabilidade do sistema.

Palavras-chave: Sistemas integrados, intensificação do uso, modelo gaussiano.

Mapping of soil physical attributes in Crop-Livestock integration systems (ILP)

Abstract

The study carried out addresses the growing adoption of integrated systems in agriculture to meet the global demand for food, fiber and energy, increasing production without expanding productive areas. However, unplanned intensification of land use can cause soil manipulation and contamination of water resources. Integrated grain and meat production systems were evaluated and compared with exclusive systems after 12 years. The results showed that the Gaussian model had an excellent fit for some systems. Excessive soil compaction was observed in all models in the 0.10-0.20 m soil layer, with the 4-ILP1 and 3-PEC treatments tending towards similarity, showing a greater negative impact on the entire sampled soil profile. 2-LAV and 5-ILP2 presented lower values, but still with certain limitations to the root growth of the crops. It is concluded that the extensive use of the cultivated area affects the physical characteristics of the soil, resulted in a worsening of the physical attributes of the soil, which could limit production and compromise the sustainability of the system.

Keywords: Integrated systems, intensification of use, Gaussian.

Introdução

O crescente aumento na adoção de sistemas integrados na agricultura é uma resposta à demanda global por alimentos, fibras e energia, que visa aumentar a produção agropecuária sem um consequente aumento das áreas produtivas. No entanto, a intensificação do uso da terra sem o devido planejamento pode resultar na degradação do solo e aumentar o potencial de contaminação dos recursos hídricos e reduzir a disponibilidade de água (Garbelini *et al.*, 2022).



O impacto do pisoteio animal nos atributos físicos do solo é um dos principais problemas advindos dos sistemas de integração lavoura-pecuária (Moreira *et al.*, 2018). Porém, alguns estudos mostraram que quando existe um manejo adequado da forragem, ocorrem melhorias nesses atributos, muito em função do aumento do carbono orgânico no solo (Braida *et al.*, 2006).

Segundo Tavanti *et al.* (2019), nos sistemas ILPF, a RP (Resistência a penetração) representa bem as mudanças no solo em áreas sob sistemas ILP. As mudanças que podem vir a ocorrer são lentas, e normalmente são mais prováveis de serem diferenciadas após um período que pode variar de 5 a 10 anos, dependendo do tipo de solo e intensidade de uso do solo.

Assim, a hipótese desse estudo é de que a intensificação do uso da terra não resulta em piora de indicadores de qualidade física do solo. Para testar essa hipótese, sistemas de produção de grãos e que serão avaliados e mapeados em relação a variabilidade horizontal e vertical de atributos físicos.

Material e métodos

Desde 2011 há um experimento de grande escala e longa duração instalado na área experimental da Embrapa Agrossilvipastoril em Sinop, MT (11°51'S, 55°35'W, a 370 m de altitude), bioma Amazônia. O clima da região é classificado como Aw (tropical com inverno seco), caracterizado por temperatura média anual de 25,6 °C, precipitação anual média de 1774 mm, um período seco entre os meses de maio a setembro, com um déficit hídrico acumulado de 284 mm (Souza *et al.*, 2013). O solo da área experimental é classificado como Latossolo Vermelho Amarelo distrófico argiloso, de relevo plano.

O experimento foi dividido em diferentes arranjos de sistemas de produção, no delineamento experimental em blocos completos casualizados, com quatro repetições. Em meados de 2023, encerrou-se o primeiro ciclo de avaliações (12 anos). Para o novo ciclo de avaliações, a partir da safra 2023/2024, foram propostas mudanças nos tratamentos, mantendo-se uma relação estreita com o histórico de uso anterior. Para esse trabalho, foram selecionados 4 tratamentos, conforme apresentado na Tabela 1. O tratamento 3-PEC teve avaliação do desempenho de machos Nelore de forma contínua, com pastejo animal ocorrendo desde janeiro de 2015. Os tratamentos 4-ILP1 e 5-ILP2 compõem um sistema de produção de integração lavoura-pecuária, com produção de grãos alternada de 2 em 2 anos com a pecuária. Assim, desde 2015 esses sistemas tiveram 4 ciclos de produção de grãos e 4 ciclos de produção pecuária, com pastejo contínuo e taxa variável, em função da altura do capim (meta de 30 cm). Entre outubro de 2022 e junho de 2023 houve pastejo animal nos tratamentos 3-PEC e 4-ILP1, com peso inicial de machos Nelore de 232 kg e taxa de lotação



média de 3,7 UA/ha. Já entre junho e novembro de 2023, foi feita avaliação da terminação desses animais, que estavam com peso médio inicial de 460 kg, mantendo-se o mesmo manejo do capim. Nesse período, a taxa de lotação média foi de 1,67 UA/ha nos tratamentos 3-PEC e 4-ILP1. O tratamento 5-ILP2 teve o cultivo de soja na safra 2022/2023 com manejo similar ao realizado no tratamento 2-LAV, e após a colheita da soja, foi semeada braquiária brizantha cv Marandu, apenas para cobertura do solo.

Tabela 2 - Sistemas de produção avaliados (codificação utilizada de forma geral para o experimento).

Sistema de produção	Descrição
2-LAV	Lavoura de arroz na safra, após 12 anos de sucessão soja/milho
3-PEC	Pecuária solteira com <i>Brachiaria brizantha</i> , cultivar Marandu
4-ILP1	Após um ciclo de 2,5 anos de pecuária conforme 3-PEC, lavoura de arroz na safra
5-ILP2	Após soja na safra e pecuária conforme 3-PEC, lavoura de arroz na safra

No mapeamento da resistência do solo à penetração (RP) foram instaladas malhas de amostragem no centro de 3 repetições de cada tratamento. Cada malha de amostragem é constituída por 25 pontos espaçados em 5 m em ambos os eixos x e y. A RP foi determinada até 0,40 m de profundidade, sendo as determinações a cada 0,05 m, o que possibilita o mapeamento da RP em profundidade.

Em cada ponto da malha, foi utilizado um penetrômetro de impacto, com ângulo de cone de 30°, que foi inserido no solo até a profundidade de 0,40 m, para determinação da RP. Concomitantemente as determinações da RP foram coletadas amostras de solo, de 10 em 10 cm, para determinação da umidade gravimétrica do solo (UG) em cada ponto das malhas. As amostras foram secas em estufas a 105 °C, por 24 horas. Como essas avaliações foram realizadas no início do mês de abril de 2024, a UG estava próxima a capacidade de campo, nas camadas de 0-0,10 m; 0,10-0,20 m; 0,20-0,30 m e 0,30-0,40 m em todos os tratamentos.

Em abril de 2024, também foram coletadas amostras indeformadas de solo em duas das linhas de cada malha nas camadas de 0-0,10 m; 0,10-0,20 m e 0,20-0,30 m utilizando cilindros de 0,05 m de diâmetro e altura.

Amostras deformadas de solo foram coletadas para determinação da umidade no ponto de murcha permanente do solo. Essas amostras foram saturadas e submetidas em câmaras de Richard a pressão de 1500 kPa, após a estabilização da drenagem de água foi determinada a umidade gravimétrica das amostras. A água disponível do solo (AD) foi calculada entre a umidade na capacidade de campo (10 kPa) e a ponto de murcha permanente (1500 kPa).



Foi realizada a análise descritiva dos atributos do solo para estudo exploratório das variáveis (média, valores máximos e mínimos e coeficientes de variação, curtose e assimetria). Também foi testada a normalidade dos dados por meio do teste de Shapiro-Wilk ($p < 0,05$).

Para descrever a estrutura de dependência espacial da RP foi realizada a análise geoestatística, na qual constitui-se da modelagem dos semivariogramas. Uma vez ajustados os semivariogramas, foi realizada a krigagem ordinária dos dados para elaboração de mapas de contorno da resistência do solo à penetração.

A porosidade, água disponível e densidade do solo foram comparadas entre os sistemas por meio de análise de variância, considerando um delineamento em blocos casualizados e 3 repetições. Quando o teste F foi significativo as médias foram comparadas pelo teste de Tukey.

Resultados e Discussão

O mapeamento obtido indica que houve alta compactação do solo na camada 0,10-0,20 m em todos os modelos de produção (Figura 1), entretanto os valores obtidos no tratamento 3-PEC foram superiores em todo perfil do solo, que evidencia o impacto ainda maior do pisoteio animal no aumento da RP. O tratamento 4-ILP1 teve valores de RP mais elevados em relação ao tratamento 5-ILP2. O tratamento 2-LAV foi o que teve melhores índices, porém ainda podendo causar menor desenvolvimento radicular das culturas na camada de 0,10- 0,20 m, devido ao valor de RP acima do limite crítico.

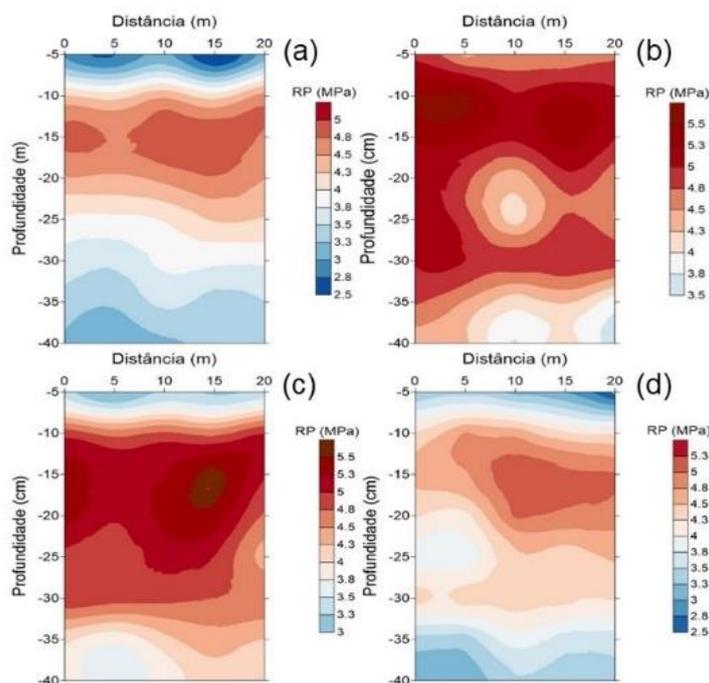




Figura 1. Mapas de krigagem da resistência à penetração do solo em diferentes sistemas de produção.

* (a): 2-LAV; (b): 3-PEC; (c): 4-ILP1; (d): 5-ILP2.

Os valores de RP entre 1,0 e 3,5 MPa restringem o crescimento das raízes (Benghough; Mullins, 1990; Merotto Junior; Mundstock, 1999; Beutler *et al.*, 2004). O valor de RP = 2 MPa tem sido frequentemente utilizado como crítico para o crescimento das plantas (Lapen *et al.*, 2004).

Em superfície (camada 0 a 0,10 m), o tratamento 3-PEC teve valores mais elevados de RP e alteração na proporção dos poros e água disponível do solo (AD), com aumento na microporosidade e diminuição da macroporosidade do solo, que proporcionou um aumento da AD. Em relação a densidade do solo (Ds), porosidade total (Pt) e criptoporos não houve diferença significativa entre os tratamentos. Em camada 0,10 - 0,20 m do solo, os tratamentos não tiveram diferenças significativas nos atributos avaliados. Na camada 0,20 - 0,30 m do solo, o tratamento 4-ILP1 apresentou o valor de densidade e criptoporos mais elevado, 2-LAV e 5-ILP2 foram estatisticamente iguais, e 3-PEC apresenta o menor valor. Em relação aos demais atributos, não houveram diferenças significativas. Os valores obtidos estão apresentados na Tabela 2.

Tabela 2 – Atributos físicos do solo em diferentes camadas nos sistemas de produção avaliados.

Sistema de produção	Ds (Mg m ³)	Pt (m ³ m ³)	Macro (m ³ m ³)	Micro (m ³ m ³)	Cripto (m ³ m ³)	AD (m ³ m ³)
Camada de 0,0 – 0,1 m						
2-LAV	1,25	0,49	0,11	0,38	0,24	0,13
3-PEC	1,21	0,50	0,075	0,43	0,24	0,19
4-ILP1	1,22	0,50	0,12	0,38	0,24	0,13
5-ILP2	1,20	0,50	0,13	0,36	0,23	0,13
Camada de 0,1 – 0,2 m						
2-LAV	1,35	0,48	0,12	0,35	0,26	0,08
3-PEC	1,27	0,47	0,10	0,36	0,25	0,11
4-ILP1	1,32	0,46	0,09	0,36	0,26	0,09
5-ILP2	1,27	0,46	0,10	0,35	0,25	0,10
Camada de 0,2 – 0,3 m						
2-LAV	1,78	0,50	0,14	0,36	0,25	0,10
3-PEC	1,20	0,48	0,13	0,35	0,23	0,11
4-ILP1	1,32	0,46	0,09	0,36	0,26	0,10
5-ILP2	1,27	0,48	0,11	0,36	0,25	0,11

No sistema 2-LAV, o modelo Gaussiano se destacou com um ajuste excelente, evidenciado por um coeficiente de determinação (r^2) de 0,99 e um baixo valor de soma dos



quadrados dos resíduos (SQR), indicando alta precisão e uma forte dependência espacial (ADE de 84%). O modelo Esférico utilizado para a 3-PEC mostrou uma dependência espacial ainda maior (ADE de 94%), mas com um ajuste menos preciso ($r^2 = 0,68$) e um SQR mais elevado. Os sistemas 4-ILP1 e 5-ILP2, que empregaram modelos Gaussianos e Esféricos, respectivamente, também revelaram uma alta dependência espacial (ADEs de 85% e 93%), com ajustes excelentes em ambos os casos (r^2 de 0,99) e baixos valores de SQR. A validação cruzada para todos os sistemas mostrou uma boa precisão dos modelos ajustados, com coeficientes de correlação variando de 0,75 a 0,87, reforçando a robustez dos ajustes.

Conclusão

Conclui-se que os sistemas de produção avaliados têm afetado negativamente os atributos físicos do solo, podendo limitar a produção e comprometer a sustentabilidade do sistema.

Agradecimentos: Os autores agradecem ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - CNPQ pelo apoio financeiro, a Embrapa Agrossilvipastoril pela oportunidade e auxílio em todas as etapas do trabalho, e a equipe do Laboratório Física do Solo da UFMT (campus-Sinop) pelo auxílio em todo trabalho realizado.

Referências

- BENGHOUGH, A. G.; MULLINS, C. E. Mechanical impedance to root growth: A review of experimental techniques and root growth responses. **European Journal of Soil Science**, v. 41, n. 3, p. 341-358, 1990.
- BEUTLER, A. N.; CENTURION, J. F.; SILVA, A. P. da; ROQUE, C. G.; FERRAZ, M. V. Compactação do solo e intervalo hídrico ótimo na produtividade de arroz de sequeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 39, n. 6, p. 575-580, 2004. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/108357/1/Compactacao-do-solo.pdf>. Acesso em: 10 out. 2024.
- BRAIDA, J. A.; REICHERT, J. M.; VEIGA, M. da; REINERT, D. J. Resíduos vegetais na superfície e carbono orgânico do solo e suas relações com a densidade máxima obtida no ensaio Proctor. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 30, n. 4, p. 605-614, 2006.
- GARBELINI, L. G.; DEBIASI, H.; BALBINOT JUNIOR, A. A.; FRANCHINI, J. C.; COELHO, A. E.; TELLES, T. S. Diversified crop rotations increase the yield and economic efficiency of grain production systems. **European Journal of Agronomy**, v. 137, 126528, 2022.
- LAPEN, D. R.; TOPP, G. C.; GREGORICH, E. G.; CURNOE, W. E. Least limiting water range indicators of soil quality and corn production, Eastern Ontario, Canada. **Soil Tillage Research**, v. 78, n. 2, p. 151-170, 2004.
- MEROTTO JUNIOR, A.; MUNDSTOCK, C. M. Wheat root growth as affected by soil strength. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 23, n. 2, p. 197-202, 1999.
- MOREIRA, G. M.; NEVES, J. C. L.; ROCHA, G. C.; MAGALHÃES, C. A. de S.; FARIAS NETO, A. L. de; MENEGUCI, J. L. P.; FERNANDES, R. B. A. Physical quality of soils under



a crop-livestock-forest system in the cerrado/amazon transition region. **Revista árvore**, v. 42, n. 2, e420213, 2018.

SOUZA, A. P.; MOTA, L. L.; ZAMADEI, T.; MARTIM, C. C.; ALMEIDA, F. T.; PAULINO, J. Classificação climática e balanço hídrico climatológico no estado de Mato Grosso. **Nativa**, v. 1, n. 1, p. 34-43, 2013. Disponível em:

<https://periodicoscientificos.ufmt.br/ojs/index.php/nativa/article/view/1334/pdf>. Acesso em: 08 out. 2024.

TAVANTI, R. F. R.; FREDDI, O. da S.; MARCHIORO, V.; TAVANTI, T. R.; GALINDO, F. S.; WRUCK, F. J.; SHIRATSUCHI, L.; BREDA, C. C. Least limiting water as a soil indicator in an integrated crop-livestock systems of the Cerrado, Brazil. **Geoderma Regional**, v. 19, e00232, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.geodrs.2019.e0023>. Acesso em: 08 out. 2024.



Tolerância de genótipos de feijão-caupi ao herbicida fomesafen

Iago Shohei Toyomoto Fujimori^{1*}, Fernanda Satie Ikeda²; Sidnei Douglas Cavalieri³; Camila Stefanie Lazon de Moraes⁴; Ricardo Guterres Bucher⁵, Weslana Cruz Da Silva⁶, Beatriz Leal de Oliveira⁷, Eulália Rorato Basilio⁸ e Júnior César Fraga da Silva⁹

^{1*} Estudante de agronomia da Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT), UFMT, Sinop, MT, Bolsista PIBIC, iagofujimori@gmail.com;

² Engenheira agrônoma, doutora em Fitotecnia, pesquisadora da Embrapa Agrossilvipastoril, Sinop, MT, fernanda.ikeda@embrapa.br;

³ Engenheiro agrônomo, doutor em Agronomia, pesquisador da Embrapa Algodão, Sinop, MT, sidnei.cavalieri@embrapa.br;

⁴ Estudante de agronomia, Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT), Sinop, MT, Bolsista ITI-A, clazaron0@gmail.com;

⁵ Estudante de agronomia, Bolsista PIBIC, Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT), Sinop, MT, ricardo.bucher@sou.ufmt.br;

⁶ Estudante de agronomia, Faculdade de Tecnologia de Sinop (FASTECH), Sinop, MT, Bolsista PIBIC, weslanacruz02@gmail.com;

⁷ Estudante de agronomia, Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT), Sinop, MT, Bolsista ITI-A, beatrizleal823@gmail.com;

⁸ Estudante de agronomia, Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT), Sinop, MT, Bolsista PIBIC, eulaliaroratobasilio.erb@gmail.com;

⁹ Estudante de agronomia, Faculdade de Sinop (Unifasipe), Sinop, MT, Bolsista CNPq, juniorcesarfraga8937@gmail.com.

Resumo

A introdução de um porte mais ereto no melhoramento genético do feijão-caupi (*Vigna unguiculata*) permitiu a mecanização da cultura, embora seja considerado uma cultura de suporte fitossanitária insuficiente (minor crop), sendo um dos entraves na produção em grandes áreas. Por isso, objetivou-se avaliar a tolerância dos genótipos de feijão-caupi ao herbicida fomesafen. O experimento foi conduzido em delineamento em blocos ao acaso (DBC) em parcelas subdivididas em esquema fatorial 20 x 2 com três blocos, sendo as parcelas os tratamentos com ou sem a aplicação de fomesafen e as subparcelas os 20 genótipos de feijão-caupi. Em 21 dias após a semeadura (DAS), foi aplicado o herbicida e aos 7, 14, 21, 28 dias após a aplicação (DAA) foi feita a avaliação de fitointoxicação em porcentagem de 0 a 100%. Na colheita, foi realizada a coleta das vagens nas parcelas, a avaliação de tamanho das vagens, o número de grãos por vagens e por fim, a massa de mil grãos e produtividade da cultura. As linhagens terminadas em 1013E-33, 1013E-16, 1019E-12 e a cultivar rouxinol tiveram as menores reduções de produtividade. A linhagem MCN11-1019E-12 é a mais tolerante ao herbicida fomesafen com a menor redução da produtividade e uma fitointoxicação abaixo de 50%.

Palavras-Chave: herbicida, inibidor da Protox, minorcrop, seletividade, *Vigna unguiculata*.

Tolerance of cowpea genotypes to the herbicide fomesafen

Abstract

The introduction of a more upright plant in the genetic improvement of cowpea (*Vigna unguiculata*) allowed the mechanization of the crop, although it is considered a crop with insufficient phytosanitary support (smaller harvest), being one of the obstacles in production in large areas. Therefore, the objective was to evaluate the tolerance of cowpea genotypes to the herbicide fomesafen. The experiment was conducted in DBC in split plots with three blocks, with the plots representing the treatments with or without the application of fomesafen and the subplots representing the 20 cowpea genotypes. The herbicide was applied 21 days after application (DAS), and phytotoxicity was assessed in percentage from 0 to 100% at 7,



14, 21, and 28 days after application (DAA). At 28 DAA, the pods were collected from the plots, and the size of the pods, number of grains per pod and, finally, the mass of a thousand grains and crop productivity were evaluated. The lines ending in 1013E-33, 1013E-16, 1019E-12 and the cultivar rouxinol had the smallest reductions in productivity. The line MCN11-1019E-12 was the most tolerant to the herbicide fomesafen, with the smallest reduction in productivity and phytotoxicity below 50%.

Key-words: herbicide, Protocox inhibitor, minorcrop, selectivity, *Vigna unguiculata*.

Introdução

Vigna unguiculata (L.) Walp, cultura conhecida popularmente como feijão-caupi, é uma interessante leguminosa devido ao seu alto valor nutricional, principalmente pelo elevado teor de proteínas. Essas proteínas apresentam destaque nas propriedades funcionais (tecnológicas) e o interesse por novas fontes proteicas a custos acessíveis (Medeiros, 2013). Porém, assim como as outras principais culturas como soja e milho no Brasil, as plantas daninhas estão entre os principais fatores de redução de produtividade, já que são plantas com grande adaptação e competem por água, luz e nutrientes com as culturas decaindo a qualidade e quantidade da produção, além do aumento dos custos operacionais (Freitas *et al.*, 2009). As plantas daninhas, quando não controladas, podem reduzir o número de vagens por planta e o rendimento de grãos da cultura em 90% (Matos *et al.*, 1991).

A estratégia de controle mais utilizada é a capina manual por ser uma cultura de produção familiar, contudo em áreas extensas e o alto custo de mão de obra torna o controle químico a alternativa mais viável para controle das plantas daninhas (Silva; Albertino, 2009). O controle químico possui diversas vantagens para produtor, facilitando o manejo da cultura em épocas chuvosas, além de não prejudicar o sistema radicular das plantas e reduzir a necessidade de mão de obra. Contudo, essa estratégia de controle é restrita devido à carência de trabalhos sobre seletividade de herbicidas para a cultura, principalmente de herbicidas para folhas largas. Além disso, com as restritas opções de herbicidas registrados no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) na cultura, impossibilita a recomendação desses produtos (Silva; Albertino, 2009). Diante desse cenário de expansão da cultura, o objetivo deste trabalho é avaliar a tolerância dos genótipos de feijão-caupi ao herbicida fomesafen na região Médio-Norte de Mato Grosso.

Material e métodos

Para este estudo, foi realizado um ensaio em campo na área experimental da Embrapa Agrossilvipastoril, localizada em Sinop, MT. O experimento foi feito em delineamento em blocos casualizados em parcelas subdivididas em esquema fatorial 2 x 20 com três repetições, sendo que, nas parcelas foram alocadas os tratamentos com aplicação



do fomesafen + espalhante adesivo [250 g e. a. ha⁻¹ (Flex) + 0,2% (Break Thru)] e a testemunha sem aplicação, já nas subparcelas foram colocados os 20 genótipos de feijão-caupi, sendo 3 cultivares (BRS Pajeú, BRS Marataoã e BRS Rouxinol) e 17 linhagens (MCN11-10 com finais 13E-33, 13E-16, 13E-15, 13E-35, 18E-17, 19E-8, 19E-12, 19E-46, 20E-16, 22E-58, 24E-1, 263-15, 263-19, 31E-5, 31E-11, 34E-2, 52E-3) do programa de melhoramento de feijão-caupi da Embrapa Meio Norte. Em cada subparcela com 4 linhas de 3 metros foram semeadas 12 sementes por metro linear em um espaçamento entre linhas de 0,45 m. No estádio de 3 a 8 trifólios, foi feita a aplicação do fomesafen com volume de calda de 200 L ha⁻¹ com um pulverizador pressurizado por CO₂ com uma barra de 1,5 m de comprimento e 4 pontas XR 110.02 do tipo de jato plano distribuída com distância de 0,5 cm uma da outra. A aplicação foi feita com uma temperatura média de 35,5 °C, umidade relativa do ar média de 48,7 % e velocidade do vento de 2,1 m/s.

Aos 7, 14, 21, 28 DAA foi feita a avaliação visual de fitointoxicação de 0 a 100%, sendo 0% a ausência de fitointoxicação da leguminosa e 100% a morte da planta, além da contagem do número de trifólios. Na colheita do experimento, foi realizada a avaliação de número de plantas nas duas linhas centrais das parcelas com dois metros, desconsiderando-se 0,5 metros nas extremidades das parcelas. Após isso, foi feita a contagem do número das plantas nas duas linhas e número de vagens por plantas em 10 plantas aleatórias. Após a coleta das vagens nas linhas centrais, as amostras foram levadas para laboratório para a avaliação do comprimento de vagens e número de grãos por vagens. Posteriormente, os grãos foram extraídos manualmente pela debulha das vagens, contando-se depois mil grãos não avariados para a avaliação de massa de mil grãos. Para a avaliação de produtividade foi somada a massa de mil grãos e o excedente de grãos. Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

Resultados e discussão

Para os resultados obtidos, foi observada uma fitointoxicação menor que 50% para as linhagens com final 1013E-16, 1013E-15, 1019E-8, 1019E-12, 1019E-46, 1020E-16, 1022E-58, 10263-15, 10263-19, 1031E-11, 1034E-2, 1052E-3 e a cultivar BRS Rouxinol (Tabela 1), sendo a linhagem MCN11-1013E-15 a com a menor fitointoxicação (32%). Os baixos rendimentos nas cultivares tem como principais fatores, as graves lesões necróticas no limbo foliar, pecíolos e sintomas nos caules apresentados nas plantas, causando a queda das folhas que são sintomas próximos daqueles obtidos por Linhares *et al.* (2014). Isso porque o fomesafen é considerado um herbicida de contato que inibe a enzima protoporfirinogênio oxidase e por consequência, ocorre a peroxidação dos lipídios das membranas celulares e a morte da planta (Rodrigues *et al.*, 2018).



Nas avaliações de vagens por planta e grãos por vagens não houve diferença significativa entre os tratamentos. Exceto o comprimento de vagens com cerca de 9 linhagens com terminação 1013E-16, 1013E-35, 1018E-17, 1019E-8, 1019E-12, 1022E-56, 10263E-15, 1031E-5 e 1034E-2 obteve o comprimento de vagem acima de 20 cm sendo maior que as outros genótipos. Os valores observados para número de vagens por planta tiveram resultados abaixo do encontrado para os genótipos testados por Pimenta *et al.* (2022), que obtiream resultados muito superiores como as linhagens MNC11 terminadas com 1013E-16 com 6,60 vagens por planta (V/P), 1019E-12 com 5,50 V/P, 1034E-2 com 6,21 V/P e as cultivares BRS Marataoã com 4,80 V/P e BRS Rouxinol 4,25 V/P, exceto a BRS Pajeú que teve um valor próximo de 2,30 V/P. Os ensaios foram realizados em meados de fevereiro, que é o período recomendado para a cultura (Cardoso *et al.*, 2017). No entanto, a ocorrência de um clima atípico, com chuvas prolongadas, intensificou o período vegetativo da cultura, o que pode ter influenciado nos resultados do ensaio.

E por fim, as linhagens com terminação de 1013E-33, 1013E-16, 1018E-17, 1019E-8, 1019E-12, 1022E-58, 1024E-1, 10263-15, 10263-19, 1031E-5 e 1052E-3 tiveram as maiores massa de mil grãos (> 200 g) (Tabela 1), embora essas diferenças possam ter sido resultantes da variabilidade genética dos genótipos ao invés do herbicida. Para as cultivares, o trabalho de Alcântara *et al.* (2002) apresentou uma massa de mil grão de 170 g para BRS Rouxinol que foi semelhante aos dados obtidos no experimento (Tabela 1), para a cultivar BRS Marataoã teve massa de mil grãos maiores se comparado com resultados de Freire Filho *et al.* (2005) que foi de 155 g, e por fim, a BRS Pajeú que teve valores de massa de mil grãos baixos em comparação a BRS Pajeu... (2009) com 210 g. Em relação à produtividade (Tabela 1), as menores reduções foram das linhagens terminadas em 1013E-33, 1013E-16, 1019E-12 e a cultivar Rouxinol. Com destaque para a linhagem MCN11-1019E-12 com redução de apenas 0,8 % da produtividade e massa de mil grãos de 203,58 gramas. Contudo, 12 genótipos apresentaram uma redução de produtividade elevada, acima de 20%, sendo semelhantes aos resultados obtidos por Fontes *et al.* (2013), que apresentaram uma severa redução da área foliar e uma redução da produtividade de aproximadamente 38% da cultivar BRS Guariba comparada à testemunha capinada.

Tabela 3. Estande, vagens por planta, comprimento de vagem (cm), grãos por vagem, massa de mil grãos, produtividade e fitointoxicação aos 14 e 28 dias após a aplicação com aplicação do herbicida fomesafen (F) e testemunha (T) em genótipos de feijão-caupi.



Cultivar	Vagens/Plant		Comp_v	Grãos/Vag		M1000			Produtividade			F28DA A
	T	F	Média	T	F	T	F	Média	T	F	T	F
1013E-33	1,4	2,4	18,9 b	13,6	14,8	198,8	211,0	204,9 c	1224,8	1109,5	0,0 aA	50 dB
1013E-16	1,6	2,3	21,6 a	14,6	13,6	208,4	210,0	209,2 b	1292,9	1185,6	0,0 aA	36 bB
1013E-15	1,2	1,3	19,1 b	14,1	15,4	198,0	194,1	196,0 c	1161,0	456,3	0,0 aA	32 aB
1013E-35	1,4	1,2	20,2 a	14,9	13,9	185,6	186,8	186,2 d	980,9	819,9	0,0 aA	53 dB
1018E-17	0,9	0,8	20,9 a	14,7	14,3	226,3	224,6	225,4 a	1060,9	668,5	0,0 aA	45 cB
1019E-8	1,0	1,5	20,9 a	15,4	14,6	212,0	217,3	214,6 b	1202,5	936,6	0,0 aA	47 cB
1019E-12	1,3	0,7	20,9 a	14,8	14,8	199,6	207,4	203,5 c	984,3	976,7	0,0 aA	40 bB
1019E-46	1,2	1,3	19,9 b	16,1	14,8	187,2	196,5	191,8 d	1193,4	1015,9	0,0 aA	43 cB
1020E-16	2,1	1,0	19,1 b	14,2	15,1	187,0	180,1	183,5 d	1498,5	641,2	0,0 aA	45 cB
1022E-56	1,4	1,0	20,3 a	13,5	12,5	196,2	204,9	200,5 c	1249,8	860,1	0,0 aA	46 cB
1024E-1	1,6	1,0	19,8 b	14,6	14,5	206,2	204,2	205,2 c	1493,8	918,2	0,0 aA	53 dB
10263-15	1,6	1,0	20,6 a	13,6	13,4	193,5	210,5	202,0 c	1187,0	710,0	0,0 aA	45 cB
10263-19	1,4	1,1	19,9 b	15,5	12,8	203,8	208,5	206,2 c	1091,9	677,8	0,0 aA	48 dB
1031E-5	1,5	1,2	20,7 a	15,7	15,2	208,5	215,3	211,9 b	1472,3	909,1	0,0 aA	52 dB
1031E-11	1,9	1,4	19,6 b	14,5	14,7	175,3	178,2	176,7 e	1190,7	1053,5	0,0 aA	49 dB
1034E-2	2,3	1,6	20,5 a	13,3	13,4	201,7	197,3	199,5 c	1259,9	926,4	0,0 aA	45 cB
1052E-3	1,3	1,1	19,3 b	13,7	13,4	189,6	200,2	194,9 c	996,1	597,6	0,0 aA	47 cB
Pajeú	1,8	1,5	19,5 b	14,6	15,0	176,9	194,0	185,5 d	1169,8	825,9	0,0 aA	48 dB
Marataoã	0,8	1,0	18,3 b	14,7	15,5	170,9	176,7	173,8 e	933,2	789,4	0,0 aA	61 eB
Rouxinol	1,2	1,1	18,6 b	14,3	14,1	165,6	166,3	165,9 e	873,8	852,8	0,0 aA	58 eB
FBloco	0.543 ns		1,91ns	0.457 ns		0,66ns			3,54*			2,41ns
FCultivar	1899 ns		2,92**	1.501 ns		20,04**			1,26ns			6,58**
FHerb	0.645 ns		0,44ns	0.307 ns		9,76**			35,09**			6616,37**
FCultivar*Herb	0.996 ns		0,70ns	0.738 ns		1,05ns			0,85ns			6,58**
CV	15.52		6.32	9.2		4,12			30,11			13,47

Médias seguidas por mesma letra minúscula na coluna e mesma letra maiúscula na linha com ou sem aplicação de fomesafen não diferem estatisticamente pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.



Conclusão

Dentre as linhagens avaliadas a MCN11-1019E-12 é a mais tolerante ao herbicida fomesafen, apresentando a menor redução de produtividade e uma menor fitointoxicação.

Agradecimentos

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - CNPQ pela concessão das bolsas de iniciação científica e a Embrapa Agrossilvipastoril por financiar o projeto de pesquisa.

Referências

- ALCANTARA, J. dos P.; ROCHA, E. M. M.; MARQUES, H. S.; N. NETO, J. G.; VASCONCELOS, O. L.; DOURADO, V. V.; FREIRE FILHO, F. R.; RIBEIRO, V. Q.; SILVA, E. P. da; LIMA, J. G.; ALVES, J. R.; LOPES, P. V. L.; AMORIM, R.; SILVA, W. P. da. **BRS Rouxinol**: nova cultivar de feijão caupi. Teresina: Embrapa Meio-Norte, 2002.
- BRS Pajeu: cultivar de feijão-caupi com grão mulato-claro. Teresina: Embrapa Meio-Norte, 2009. 1 folder.
- CARDOSO, M. J.; BASTOS, E. A.; ANDRADE JUNIOR, A. S. de; ATHAYDE SOBRINHO, C. (ed.). **Feijão-Caupi**: o produtor pergunta, a Embrapa responde. Brasília, DF: Embrapa, 2017. (Coleção 500 perguntas, 500 respostas).
- FONTES, J. R. A.; OLIVEIRA, I. J.; GONCALVES, J. R. P. Seletividade e eficácia de herbicidas para cultura do feijão-caupi. *Revista Brasileira de Herbicidas*, Brasília, DF, v. 12, n. 1, p. 47-55, 2013.
- FREIRE FILHO, F. R.; RIBEIRO, V. Q.; ALCANTARA, J. dos P.; BELARMINO FILHO, J.; ROCHA, M. de M. BRS Marataoã: novo cultivar de feijão-caupi com grão tipo sempre-verde. *Revista Ceres*, v. 52, n. 303, p. 771-777, 2005.
- FREITAS, F. C. L.; MEDEIROS, V. F. L. P.; GRANGEIRO, L. C.; SILVA, M. G. O.; NASCIMENTO, P. G. M. L.; NUNES, G. H. Interferência de plantas daninhas na cultura do feijão-caupi. *Planta Daninha*, v. 27, n. 2, p. 241-247, 2009.
- LINHARES, C. M. de S.; FREITAS, F. C. L. de; SILVA, K. de S.; LIMA, M. F. P. de; DOMBROSKI, J. L. D. Crescimento do feijão-caupi sob efeito dos herbicidas fomesafen e bentazon+ imazamox. *Revista Caatinga*, v. 27, n. 1, p. 41-49, 2014.
- MATOS, V. P.; SILVA, R. F. da; VIEIRA, C.; SILVA, J. F. da. Período Crítico de Competição Entre Plantas Daninhas e a Cultura do Caupi. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 26, n. 5, p. 737-743, 1991.
- MEDEIROS, J. L. de. **Caracterização bioquímica e funcional de isolados proteicos e genótipos de excelência de feijão-caupi [Vigna unguiculata (L.) Walp.]**. 2013. 95 f. Dissertação (Mestrado em Bioquímica) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, CE.
- PIMENTA, A. L. S.; SOUZA, M. N.; OLIVEIRA, G. F.; ROCHA, M. de M.; MENEZES, C. W. G. Número de vagens de feijão-caupi (*Vigna unguiculata*), subclasse cores, em Januária, Norte de Minas Gerais. *In: SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA*, 10.; SEMINÁRIO DA PÓS-GRADUAÇÃO DO IFNMG, 2, Diamantina, MG. **Anais...** Diamantina, MG: IFNMG, 2022. Evento Online.
- RODRIGUES, B. N.; ALMEIDA, F. S. de. **Guia de herbicidas**. 7. ed. Londrina, PR: Edição dos autores, 2018.



SILVA, J. F. da; ALBERTINHO, S. M. F. Manejo de plantas daninhas. *In*: ZILLI, J. E.; VILARINHO, A. A.; ALVES, J. M. A. (ed.). **A cultura do feijão-caupi na Amazônia brasileira**. Boa Vista: Embrapa Roraima, 2009. cap. 6, p. 223-243.



Estudo comparativo de métodos de inoculação em plantas de soja de fungos fitopatogênicos sob condições controladas

Kauanny Rocha Fenner^{1*}, Dulândula Silva Miguel Wruck², Vinicius Eduardo Silva dos Reis³, Regiane Mendes⁴, Helena Zardo Turra⁵ e Lucas Rodrigues Versari⁶.

^{1*}Estudante de graduação da UNIFASIFE; Sinop, MT, kauannyfenner1503@gmail.com;

²Engenheira Agrônoma, doutora em Fitopatologia, pesquisadora da Embrapa Agrossilvipastoril, Sinop, MT, dulandula.wruck@embrapa.br;

³Estudante de graduação da UNIFASIFE; Sinop, MT, viniuseduardosilvadosreis@gmail.com;

⁴Estudante de graduação da UNIFASIFE; Sinop, MT, recialesi27@gmail.com;

⁵Estudante de graduação da UNIFASIFE; Sinop, MT, turrahelenazardo@gmail.com;

⁶Lucas Rodrigues Versari, Mestrando em agronomia, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG., lucasvr71@hotmail.com.

Resumo

Esse trabalho teve como objetivo estudar a etiologia da podridão de vagens da soja, através de diferentes técnicas de inoculação de plantas de soja. Os ensaios foram conduzidos na casa de vegetação da Embrapa Agrossilvipastoril, utilizando quatro isolados fúngicos provenientes de vagens com sintomas de apodrecimento dos municípios de Sorriso e Sinop da safra 2022/2023: EPR1 e EPR2, IE8 e D15. As técnicas de inoculação utilizadas foram: Inoculação na semente, Inoculação com palito na haste, Inoculação com palito em vagens destacadas, Inoculação com palito em vagens na planta e Inoculação por aspersão. As plantas inoculadas na semente não mostraram resultados significativos. Na inoculação da haste, somente o isolado EPR2 resultou na morte das plantas. Na inoculação por palito, todos os isolados mostraram-se patogênicos, induzindo a formação de lesão.

Palavras-Chave: soja, podridão, *Glycine max*.

Comparative study of inoculation methods of phytopathogenic fungi in soybean plants under controlled conditions

Abstract

This work aimed to study the etiology of soybean pod rot, through different inoculation techniques of soybean plants. The trials were conducted in the Embrapa Agrossilvipastoral greenhouse, using four fungal isolates from pods with rotting symptoms from the municipalities of Sorriso and Sinop from the 2022/2023 harvest: EPR1 and EPR2, IE8 and D15. The inoculation techniques used were: Inoculation in the seed, Inoculation with a toothpick in the stem, Inoculation with a toothpick in detached pods, Inoculation with a toothpick in pods on the plant and Inoculation by spraying. Plants inoculated into seed did not show significant results. In stem inoculation, only the EPR2 isolate resulted in plant death. In toothpick inoculation, all isolates were pathogenic, inducing lesion formation.

Key-words: soybean, rot, *Glycine max*.

Introdução

O Brasil se consolidou como um dos maiores produtores de soja do mundo, com uma produção estimada de 147.336,6 mil toneladas em 2024, representando um papel crucial na segurança alimentar global e na economia nacional (Acompanhamento..., 2024). No entanto, nos últimos anos, a soja brasileira tem enfrentado desafios crescentes, com o surgimento de anomalias nas vagens e hastes, que têm impactado negativamente a produtividade e a qualidade dos grãos colhidos.



Fatores como condições climáticas adversas, práticas de manejo inadequadas e a utilização de materiais genéticos mais suscetíveis têm sido apontados como possíveis contribuintes para o aumento da severidade e incidência dessas anomalias (Merladete, 2024). Embora as condições climáticas na safra 2022/23 tenham contribuído para uma aparente redução na severidade dos sintomas, a progressão da doença em estádios fenológicos mais tardios sugere que o problema está longe de ser resolvido.

O objetivo deste trabalho foi avaliar a eficiência de diferentes técnicas de inoculação na reprodução dos sintomas da podridão de vagens em plantas de soja, visando testar a patogenicidade dos isolados e identificar o método mais eficaz para simular as condições observadas em campo.

Material e métodos

O experimento foi realizado na casa de vegetação da Embrapa Agrossilvipastoril, localizada em Sinop, MT. Foram utilizados vasos plásticos de 8 litros, preenchidos com dois tipos de solo: terra de barranco peneirada e solo proveniente de uma área com histórico de apodrecimento de vagens.

Para obter isolados patogênicos da safra 2022/2023, foram coletadas amostras de vagens com sintomas de podridão em áreas afetadas. Foi realizada assepsia por meio da imersão em álcool 70% por 1 min, hipoclorito de sódio a 10% por min, seguida de lavagem em água destilada autoclavada. Após a assepsia, os fragmentos foram dispostos em caixas do tipo *gerbox* esterilizadas, e encubados em câmara úmida (BOD) ajustada à temperatura de 26°C e fotoperíodo de 12h para o desenvolvimento dos patógenos. Após três dias, os patógenos foram transferidos para placas de Petri com meio BDA e incubados até o crescimento completo. Esse procedimento foi realizado para todas as amostras de Sorriso e Sinop, resultando nos isolados EPR1, EPR2, IE8 e D15.

A esterilização do solo foi realizada com vapor gerado por uma caldeira. Os vasos foram dispostos lado a lado e cobertos com uma lona resistente ao calor. A caldeira operou por um total de 24 horas, utilizando uma mangueira de alta temperatura para direcionar o vapor diretamente para os baldes, com o processo dividido em três ciclos de 3 horas cada. Após a esterilização, os baldes foram deixados em repouso por dois dias para resfriar completamente antes de serem transportados para a casa de vegetação.

Na casa de vegetação, foi semeado em cada vaso três sementes de soja da cultivar Olimpo. As plantas foram irrigadas regularmente em três períodos distintos até a colheita. Foram utilizados quatro isolados fúngicos com quatro repetições em cada técnica, provenientes de Sorriso e Sinop da safra 2022/2023 e as formas de inoculação foram as seguintes:



1. Inoculação na semente:

Utilizou-se a metodologia utilizada por Lima (2015), onde os quatro isolados fungicos foram cultivados em placas de Petri com meio BDA (Ágar Batata Dextrose) e incubados em BOD por cerca de 7 dias a 20 ± 2 °C, com 12 horas de luz por dia e realizou-se as seguintes etapas:

a) Preparação das sementes: Primeiro, as sementes foram homogeneizadas com um divisor de solo para criar uma amostra de trabalho. As sementes passaram por um processo de assepsia superficial, mergulhadas em uma solução de hipoclorito de sódio a 1% por 1 minuto. Depois, foram secas à temperatura ambiente por 12 horas usando papel toalha.

b) Inoculação das sementes: Foi depositada 50 sementes em cada placa de Petri que já tinha colônias fúngicas. As sementes foram agitadas manualmente por um minuto para garantir um bom contato com o fungo. As sementes do controle foram tratadas da mesma forma, mas só com o meio BDA.

c) Período de incubação: As sementes inoculadas foram mantidas em uma câmara de incubação a 20 ± 2 °C com 12 horas de luz por 24 horas. As sementes do controle ficaram só com o meio de cultura.

d) Secagem das sementes: Após a incubação, as sementes foram retiradas das placas e colocadas sobre papel toalha por mais 24 horas à temperatura ambiente no laboratório para secar. Os tratamentos foram:

1. Testemunha: vasos com sementes de soja sem inoculação; 2. Vasos com solo esterilizado e sementes inoculadas com o isolado EPR1; 3. Vasos com solo esterilizado e sementes inoculadas com o isolado EPR2; 4. Vasos com solo esterilizado e sementes inoculadas com o isolado IE8; 5. Vasos com solo esterilizado e sementes inoculadas com o isolado D15 e 6. Vasos com solo da área com histórico de podridão das vagens e sementes sem inoculação.

2. Inoculação por Palito

Foi utilizada a metodologia de Siviero e Menden (1995) para a inoculação por palito dos quatro isolados fúngicos cultivados em meio BDA juntamente com os palitos de dentes esterilizados. Depois que os isolados cresceram nas placas sobre os palitos, os mesmos foram inoculados nas plantas de soja. Foram utilizadas três técnicas de inoculação por palito e os tratamentos foram:

1. Testemunha: plantas inoculadas só com palito esterilizado; 2. Plantas inoculadas com isolado EPR1; 3. Plantas inoculadas com isolado EPR2; 4. Plantas inoculadas com isolado IE8; 5. Plantas inoculadas com isolado D15; 6. Plantas inoculadas com solo da área com histórico de podridão das vagens e 7. Plantas inoculadas com solo de barranco esterilizado.



2.1. Inoculação em plântulas de soja

Plantas de soja com 20 dias após emergência foram inoculadas na base da haste, de acordo com os tratamentos mencionados acima.

2.2. Inoculação nas vagens das plantas na casa de vegetação

Uma vagem por planta na fase R5.3 foi inoculada de acordo com os tratamentos mencionados acima.

2.3. Vagens de soja destacadas

Vagens na fase R5.3 foram desinfetadas com álcool 70%, hipoclorito de sódio 2% e água estéril. Colocamos as vagens em caixas de *gerbox* com papel de filtro umedecido, inoculando-as com palito. O delineamento foi 4 caixas por isolado, 4 vagens por caixa, com testemunha de palitos esterilizados. As caixas foram mantidas em BOD por 7 dias e avaliadas posteriormente. Os tratamentos foram:

1- Testemunha: palitos esterilizados; 2- Isolado EPR1; 3- Isolado EPR2; 4- Isolado IE8; 5- Isolado D15 e 6- Solo da área com histórico de podridão das vagens.

3. Inoculação por Aspersão

Foram semeadas sementes de soja em vasos com solo de barranco esterilizado e quando as plantas atingiram a fase reprodutiva R5.1, foi realizada a inoculação por aspersão usando um atomizador com uma suspensão de micélio sobre as vagens. Os isolados foram cultivados em meio líquido de BDA por 30 dias, depois o crescimento fúngico foi triturado no liquidificador e pulverizados nas plantas (Alfenas *et al.*, 2016)

Os tratamentos foram:

1- Testemunha: água destilada esterilizada; 2- Isolado EPR1; 3- Isolado EPR2; 4- Isolado IE8; 5- Isolado D15 e 6- Solo da área com histórico de podridão das vagens.

Os isolados foram cultivados em meio líquido de BDA por 30 dias, depois o crescimento fúngico foi triturado no liquidificador e aspergido.

Resultados e discussão

Os isolados obtidos a partir de vagens de soja com sintomas de apodrecimento e utilizados nos testes de inoculação foram: EPR1 e EPR2 de Sinop, MT, IE8 de Sorriso, MT e D15 de Sinop/MT.

O ensaio de inoculação nas sementes foi iniciado na casa de vegetação em 19/10/2023. Nenhum dos isolados causou sintomas nas plantas inoculadas com esse método.



O resultado da inoculação por palito na haste de plantas de soja com 20 dias após a emergência, somente o isolado EPR2 causou a morte das plantas no laboratório. Embora isso indique que EPR2 é patogênico para soja, não significa que ele seja o agente causal da podridão das vagens.

No ensaio de inoculação das vagens em casa de vegetação, todas as plantas inoculadas apresentaram sintomas em até 10 dias, porém não houve disseminação dos sintomas para as vagens sadias, isso sugere que os isolados são patogênicos para soja, mas não necessariamente causadores da podridão das vagens.

Na inoculação por palito em vagens destacadas, todos os quatro isolados causaram sintomas nas vagens após 7 dias. No entanto, isso demonstra que são patogênicos para soja, mas não confirma que sejam os agentes causais da podridão das vagens.

Por fim, na inoculação por aspersão, nenhum dos isolados causou sintomas nas plantas inoculadas. Isso pode ter ocorrido devido à irrigação posterior, que pode ter “lavado” o inóculo, ou pode ser que esse método não seja o mais adequado.

Conclusão

Os métodos de inoculação, com exceção da técnica de aspersão, foram eficientes para testar a patogenicidade dos isolados e a técnica de inoculação por palito foi a mais efetiva comparada com as demais, porém em nenhuma das técnicas foi possível reproduzir os sintomas apresentados em campo.

Agradecimentos

Os autores agradecem ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - CNPQ e a Fundação de Amparo à Pesquisa de Mato Grosso e Fundação Mato Grosso – FAPEMAT pelo apoio financeiro.

Referencias

ACOMPANHAMENTO da safra brasileira [de] grãos: safra 2023/24: décimo levantamento. Brasília, DF: Conab, v. 11, n. 10, 2024. Disponível em: https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos/boletim-da-safra-de-graos/item/download/53993_a9c7c05b97cdf3deaa19709114884408. Acesso em: 08 out. 2024.

ALFENAS, A. C.; FERREIRA, F. A.; ALFENAS, R. F. Inoculação de fungos fitopatogênicos. In: ALFENAS, A. C.; MAFIA, R. G. **Métodos em Fitopatologia**. 2. ed. Viçosa, MG: UFV, 2016. p. 123-143.

LIMA, P. P. **Métodos de inoculação e localização de inóculo de *Fusarium oxysporum* f. sp. *phaseoli* em sementes de feijão**. 2015. 56 f. Dissertação (Mestrado em Fitopatologia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

MERLADETE, A. **Como a anomalia da soja impacta a produtividade**. Agrolink, 2024. Disponível em: https://www.agrolink.com.br/noticias/como-a-anomalia-da-soja-impacta-a-produtividade_493130.html. Acesso em: 12 ago. 2024.



SIVIERO, A.; MENTEN, J. O. M. Uso de técnicas do palito para inoculação de *Diaporthe phaseolorum* f. sp. *meridionalis*, em soja. **Summa Phytopathologica**, v. 21, n. 3-4, p. 259-260, 1995.



Propriedades físicas e tecnológicas de arroz produzido em sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta

Gabriel Hoffman Zilio Piaia^{1*}, Igor Ramos Morgan², Fábio Peixoto Silva³, José Leonardo Lima Torres⁴, Isabela Volpi Furtini⁵, Ciro Augusto de Souza Magalhães⁶, Fernando Mendes Botelho⁷, Sílvia de Carvalho Campos Botelho⁸

^{1*} Estudante de Agronomia da Faculdade Fasipe, Sinop, MT, gabrielhzpiaia@gmail.com;

² Estudante de Agronomia da Faculdade Fasipe, Sinop, MT, igormorgan52@gmail.com;

³ Engenheiro químico, Mestre em Engenharia Química, analista da Embrapa Arroz e Feijão, Sinop, MT, fabio.peixoto@embrapa.br;

⁴ Estudante de Agronomia da Faculdade Fasipe, Sinop, MT, jlimatorres803@gmail.com;

⁵ Engenheira agrônoma, doutora em genética e melhoramento de plantas, pesquisadora da Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas, MG, isabela.furtini@embrapa.br;

⁶ Engenheiro agrícola, doutor em ciências do solo pesquisador da Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas, MG, ciro.magalhaes@embrapa.br;

⁷ Engenheiro agrícola e ambiental, doutor em engenharia agrícola, docente da UFMT, Sinop, MT, fernando.botelho@ufmt.br;

⁸ Engenheira agrônoma, doutora em Engenharia Agrícola, pesquisadora da Embrapa Agrossilvipastoril, Sinop, MT, silvia.campos@embrapa.br.

Resumo

A sucessão soja-milho tem sido utilizada extensivamente e, considerando-se os riscos quanto à sustentabilidade, outras culturas devem entrar em um esquema de rotação. O arroz de terras altas é uma das culturas aptas para ingresso em sistemas agrícolas intensivos de rotação e sucessão, como os sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta. Objetivou-se avaliar as características pós-colheita e qualidade tecnológica dos grãos de arroz cultivados em sistema de integração lavoura-pecuária-floresta. Não houve diferença significativa na massa de mil grãos entre os sistemas de produção, porém essa foi inferior à faixa esperada para a cultivar A502. Os sistemas de produção não alteraram os parâmetros de cor dos grãos, renda de benefício e rendimento de grãos inteiros. Assim, conclui-se que os sistemas integrados não impactam as propriedades físicas e tecnológicas do arroz.

Palavras-chave: qualidade; pós-colheita; arroz de terras altas; qualidade industrial; ILPF.

PHYSICAL AND TECHNOLOGICAL PROPERTIES OF RICE PRODUCED IN CROP-LIVESTOCK-FORESTRY INTEGRATION SYSTEMS

Abstract

The soybean-corn succession has been used extensively and, considering the sustainability risks, other crops should enter a rotation scheme. Upland rice is one of the crops suitable for entry into intensive rotation and succession agricultural systems, such as crop-livestock-forest integration systems. The objective was to evaluate the post-harvest characteristics and technological quality of rice grains grown in a crop-livestock-forest integration system. There was no significant difference in the mass of one thousand grains between the production systems, but this was lower than the expected range for cultivar A502. The production systems did not change the parameters of grain color, benefit income and whole grain yield. Therefore, it is concluded that integrated systems do not impact the physical and technological properties of rice.

Key-words: quality; post-harvest; highland rice; industrial quality; ICLF.



Introdução

O arroz (*Oryza sativa* L.) é amplamente cultivado no mundo e está entre os três cereais mais importantes para a alimentação humana, junto com o milho e o trigo.

Atualmente, a cultura do arroz está estabelecida em todo o território brasileiro. A produção total de arroz, no Brasil, em 2022, foi 10,7 milhões de toneladas, colhidas em 1,6 milhão de hectares, com produtividade média de 6.569 kg ha⁻¹. São considerados dois grandes ecossistemas para a cultura: o de várzeas e o de terras altas, que englobam todos os sistemas de cultivo de arroz no país, sendo os principais o irrigado por inundação e o de terras altas.

O arroz de terras altas é uma das culturas aptas para a recuperação de pastagens degradadas e para ingresso em sistemas agrícolas intensivos de rotação e sucessão de culturas como é o caso dos sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta (ILPF). Seu cultivo está alinhado à perspectiva de intensificação ecológica da produção e do consumo (Carvalho *et al.*, 2020), pois estabelece a utilização ponderada da água, dependendo apenas da água das chuvas para produção, entre 400 mm e 600mm bem distribuídos ao longo da safra (Crusciol *et al.*, 2013), emissão nula de metano, um dos gases de efeito estufa relacionado a processos anaeróbicos de degradação do carbono (Terceiro..., 2015), e reduzida probabilidade de produção de grãos com concentração de arsênio acima do limite recomendado pela FAO, de 1 mg kg⁻¹ (Panthri; Gupta, 2019).

A inserção do arroz como alternativa na rotação de culturas proporciona manejo mais eficaz de plantas daninhas, insetos-praga e doenças, pois proporciona a rotação de princípios ativos (Goulart, 2007; Nascente *et al.*, 2013; Castro *et al.*, 2018). Tem sido constatado também que o cultivo de soja em sucessão com arroz pode proporcionar incremento de até 20% na produtividade da soja (Nascente; Stone, 2018). Ainda, a biomassa produzida pela parte aérea e raízes da planta de arroz proporciona melhoria das características físicas, químicas e biológicas do solo (Nascente; Stone, 2015; Lacerda; Nascente, 2016; Madari *et al.*, 2018).

Uma vez que, ainda, não é rotineiro o cultivo do arroz em sistemas de produção intercalados com a soja nem mesmo integrado com pecuária e floresta, é indispensável a avaliação da qualidade dos grãos produzidos nestes sistemas. As características da qualidade do grão de arroz refletem diretamente no valor do produto no mercado e no seu grau de aceitação pelo consumidor (Vieira; Castro, 1999).

O objetivo do trabalho foi analisar as características pós-colheita e qualidade tecnológica dos grãos de arroz cultivados em sistema de integração lavoura-pecuária-floresta.



Material e métodos

Os grãos de arroz da cultivar BRS A502 foram produzidos em um experimento de integração lavoura-pecuária-floresta instalado na Embrapa Agrossilvipastoril, em Sinop, MT, na safra 2023/2024 e colhidos no dia 20 de março de 2024.

Foram avaliados grãos dos seguintes tratamentos: 2 – Lavoura solteira; 4 – Integração lavoura-pecuária; 5 – Integração lavoura-pecuária; 6 – Integração lavoura-floresta; e, 10 – Integração lavoura-pecuária-floresta.

Os grãos foram colhidos com teor de água médio de 21% e secados em estufa com circulação forçada de ar à temperatura de 35 °C, até, aproximadamente, 13%.

Em seguida, foram realizadas as seguintes análises:

a) Teor de água: determinado por meio do método gravimétrico em estufa, a 105 ± 1 °C, durante 24 h (Brasil, 2009a), utilizando-se 30 g, em replicata.

b) Massa específica aparente: determinada, em 4 replicatas, utilizando-se uma balança de peso hectolítrico com capacidade de 1/4 L (Botelho *et al.*, 2018). Os resultados obtidos foram transformados e expressos em kg m^{-3} .

c) Massa de 1000 grãos: obtida multiplicando-se por 10 a média da contagem de 4 repetições de 100 grãos (Brasil, 2009a).

d) Renda e rendimento: determinados de acordo com a Instrução Normativa 06, que determina os padrões oficiais de classificação de grãos de arroz (Brasil, 2009b). A renda do benefício foi determinada pela soma da quantidade de grãos inteiros e quebrados após o descascamento. O rendimento de inteiros foi determinado após o polimento, sendo que a separação de grãos quebrados foi realizada com auxílio de *triuer*. Foi utilizado um equipamento da marca Zaccaria, regulado com tempo de descasque de 75 segundos e 60 segundos de polimento.

e) Coordenadas de cor: determinadas em colorímetro tristímulus, utilizando-se os parâmetros de cor CIELab: L^* (100 = 0 = branco e preto), a^* (vermelho = positivo e negativo = verde) e b^* (amarelo = positivo e negativo = azul). A saturação (croma) e a intensidade (ângulo Hue) foram calculadas a partir dos valores de a^* e b^* . Foi analisada a cor dos grãos descascados e polidos.

f) Tempo de cozimento ideal: determinado de acordo com o teste proposto por Juliano e Bechtel (1985) e o tempo de cozimento foi registrado quando, no mínimo, 90% dos grãos já não tinham núcleo opaco ou tinham o centro cozido.

A análise estatística dos dados foi realizada após a avaliação da normalidade da distribuição dos dados e homogeneidade de variâncias, sendo as médias comparadas por análise de variância e pelo teste de Scott-Knott ($p < 0,05$).



Resultados e discussão

O teor de água médio das amostras durante a realização do experimento foi de 12,71%.

O resultado da comparação das propriedades físicas dos grãos de arroz em função dos diferentes sistemas de produção está apresentado na Tabela 1. Não houve diferença estatística para o teor de água dos grãos e para a massa de mil grãos. A massa específica aparente dos grãos produzidos nos sistemas 6 foi maior do que a dos demais sistemas.

Tabela 1. Média do teor de água, massa específica aparente (MEA) e massa de mil grãos (m1000) de grãos de arroz cultivados em função de diferentes sistemas de produção.

Tratamentos	MEA (kg m ⁻³)	M1000 (g)
2	549,36 b	24,24 a
4	551,04 b	23,48 a
5	540,70 b	23,57 a
6	561,98 a	23,65 a
10	550,24 b	23,46 a
CV (%)	1,47	2,30

*Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Scott-Knott.

A massa de mil grãos encontrada neste trabalho está abaixo da faixa considerada para a cultivar A502, que é entre 25,6 e 27,0 g (Furtini *et al.*, 2020). É importante considerar que a massa de mil grãos é um parâmetro diretamente relacionado ao teor de água dos grãos e ao manejo da lavoura.

Os parâmetros de cor dos grãos não apresentaram diferença estatística entre os tratamentos, sendo as médias: L* 69,57 (CV = 2,55%); croma 16,29 (CV = 5,73%) e ângulo Hue 84,55° (CV = 1,88%).

Houve diferença entre os tratamentos quanto à renda de benefício e o rendimento de grãos inteiros (Tabela 2). Um dos fatores que mais impacta o rendimento de grãos é a umidade no momento da colheita e, à exceção do tratamento 4, todos os tratamentos foram colhidos quando os grãos apresentavam teor de água de, aproximadamente, 21% (dados não publicados).

O tempo de cocção não apresentou variação entre os tratamentos. O tempo de cocção depende de muitos fatores, como, por exemplo, a cultivar e o grau de polimento do grão. Na literatura, é possível encontrar valores de tempo de cocção próximos aos deste trabalho (Paraginski *et al.*, 2014) ou tempos superiores (Bassinello *et al.*, 2004; Boêno *et al.*, 2011).



Tabela 2. Renda, rendimento (REND) e tempo de cocção (TCC) de grãos de arroz cultivados em função de diferentes sistemas de produção.

Tratamentos	Renda (%)	REND (%)	TCC (min)
2	75,86 b	72,29 a	19,00 a
4	74,69 b	69,58 b	19,75 a
5	77,50 a	74,29 a	18,50 a
6	76,98 a	74,14 a	18,87 a
10	76,65 a	72,96 a	18,50 a
CV (%)	1,80	2,99	2,82

*Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Scott-Knott.

Conclusão

Conclui-se que os sistemas integrados não alteram as propriedades físicas e tecnológicas do arroz.

Agradecimentos: À Embrapa Agrossilvipastoril e ao CNPq.

Referências

- BASSINELLO, P. Z.; ROCHA, M. da S.; COBUCCI, R. de M. A. **Avaliação de diferentes métodos de cocção de arroz de terras altas para teste sensorial**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2004. (Embrapa Arroz e Feijão. Comunicado técnico, 84). Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/213625/1/comt84.pdf>. Acesso em: 10 out. 2024.
- BOTELHO, F. M.; FARIA, B. M. E. M. de; BOTELHO, S. de C. C.; RUFFATO, S.; NOGUEIRA, R. M. Metodologias para determinação de massa específica de grãos. *Agrarian*, v. 11, n. 41, p. 251-259, 2018.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 06, de 16 de fevereiro de 2009. Aprova o Regulamento Técnico do Arroz, definindo o seu padrão oficial de classificação, com os requisitos de identidade e qualidade, a amostragem, o modo de apresentação e a marcação ou rotulagem. *Diário Oficial da União*, Brasília, DF, seção 1, ano 145, n. 33, p. 3-8, 17 fev. 2009. Disponível em: <https://pesquisa.in.gov.br/imprensa/jsp/visualiza/index.jsp?data=17/02/2009&jornal=1&pagina=3&totalArquivos=136>. Acesso em: 11 out. 2024.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Brasília: MAPA, SDA, 2009a.
- CARVALHO, M. T. de M.; CASTRO, A. P. de; FERREIRA, C. M.; LACERDA, M. C.; LANNA, A. C.; SILVA-LOBO, V. L.; SILVA, M. A. S. da; COLOMBARI FILHO, J. M. **O arroz de terras altas como estratégia para segurança alimentar, intensificação ecológica e adaptação à mudança do clima: rumo aos objetivos de desenvolvimento sustentável para o milênio**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2020. (Embrapa Arroz e Feijão. Comunicado técnico, 252).



CASTRO, A. P. de; RANGEL, P. H. N.; LACERDA, M. C.; FURTINI, I. V.; FRAGOSO, D. de B.; CORDEIRO, A. C. C.; SOUSA, N. R. G.; MORAIS, O. P. de; AZEVEDO, R. de; UTUMI, M. M.; PEREIRA, J. A.; OLIVEIRA, I. J. de; CUSTODIO, D. P.; SANTOS, B. M. dos. **BRS A501 CL**: cultivar de arroz de terras altas resistente a herbicida. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2018. (Embrapa Arroz e Feijão. Comunicado técnico, 242).

CRUSCIOL, C. A. C.; SORATTO, R. P.; NASCENTE, A. S.; ARF, O. Root distribution, nutrient uptake, and yield of two upland rice cultivars under two water regimes. **Agronomy Journal**, v.105, n. 1, p. 237-246, 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.2134/agronj2012.0298>. Acesso em: 08 out. 2024.

FURTINI, I. V.; CASTRO, A. P. de; LACERDA, M. C.; BRESEGHELLO, F.; FRAGOSO, D. de B.; COLOMBARI FILHO, J. M.; CORDEIRO, A. C. C.; SOUSA, N. R. G.; UTUMI, M. M.; SILVEIRA FILHO, A.; PEREIRA, J. A.; ABREU, G. B.; OLIVEIRA, I. J. de; BASSINELLO, P. Z.; SILVA-LOBO, V. L. **BRS A502**: cultivar de arroz de terras altas com resistência ao acamamento e grãos de excelente qualidade industrial e culinária. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2020. (Embrapa Arroz e Feijão. Comunicado técnico, 253). Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1124146/1/CNPAF-2020-CT253.pdf>. Acesso em: 08 out. 2024.

GOULART, A. M. C. **Diversidade de nematóides em agroecossistemas e ecossistemas naturais**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2007. (Embrapa Cerrados. Documentos, 191). Disponível em: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/571966>. Acesso em: 08 out. 2024.

JULIANO, B. O.; BECHTEL, D. B. The rice grain and its gross composition. *In*: JULIANO, B. O. (ed.). **Rice: chemistry and technology**. 2. ed. Eagan: American Association of Cereal Chemists, 1985. p. 17-57.

LACERDA, M. C.; NASCENTE, A. S. Effects of row spacing and nitrogen topdressing fertilization on the yield of upland rice in a no-tillage system. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v. 38, n. 4, p. 493-502, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.4025/actasciagron.v38i4.30855>. Acesso em: 08 out. 2024.

MADARI, B. E.; MAGGIOTTO, S. R.; CARVALHO, M. T. de M.; CORRÊA, R. S.; OLIVEIRA, J. M.; MEDEIROS, J. C.; SILVA, M. A. S.; MACHADO, P. L. O. A. Mixed farming systems as potential carbon sinks. *In*: INTERNATIONAL CONFERENCE ON NEGATIVE CO₂ EMISSIONS, 2018, Gothenburg. **Proceedings...** Gothenburg: Chalmers University of Technology, 2018.

NASCENTE, A. S.; CRUSCIOL, C. A. S.; STONE, L. F.; COBUCCI, T. Upland rice yield as affected by previous summer crop rotation (soybean or upland rice) and glyphosate management on cover crops. **Planta Daninha**, v. 31, n. 1, p. 147-155, 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0100-83582013000100016>. Acesso em: 08 out. 2024.

NASCENTE, A. S.; STONE, L. F. Cover crops as affecting soil chemical and physical properties and development of upland rice and soybean cultivated in rotation. **Rice Science**, v. 25, n. 6, p. 340-349, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.rsci.2018.10.004>. Acesso em: 09 out. 2024.

PANTHRI, M.; GUPTA, M. Plausible strategies to reduce arsenic accumulation in rice. *In*: HASANUZZAMAN, M.; FUJITA, M.; NAHAR, K.; BISWAS, J. K. (ed.). **Advances in Rice Research for Abiotic Stress Tolerance**. Oxford: Woodhead Publishing, 2019. p. 371-384. Chapter 17. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-814332-2.00017-4>. Acesso em: 08 out. 2024.

PARAGINSKI, R. T.; ZIEGLER, V.; TALHAMENTO, A.; ELIAS, M. C.; OLIVEIRA, M. de. Propriedades tecnológicas e de cocção em grãos de arroz condicionados em diferentes temperaturas antes da parboilização. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 17, n. 2, p.



146-153, 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/bjft.2014.021>. Acesso em: 10 out. 2024.

TERCEIRO inventário brasileiro de emissões antrópicas de gases de efeito estufa: relatórios de referência: setor agropecuária: emissões de metano do cultivo de arroz. Brasília, DF: Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação, 2015.

VIEIRA, N. R. de A.; CASTRO, E. da M. de. Qualidade de grão e padrões de classificação do arroz. *In*: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE ARROZ, 6., 1998, Goiânia, GO.

Perspectivas para a cultura do arroz nos ecossistemas de várzeas e terras altas: painel, conferências e mesas-redondas. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 1999. v. 2. p. 170-180. (Embrapa Arroz e Feijão. Documentos, 96).



**MINISTÉRIO DA
AGRICULTURA E
PECUÁRIA**

