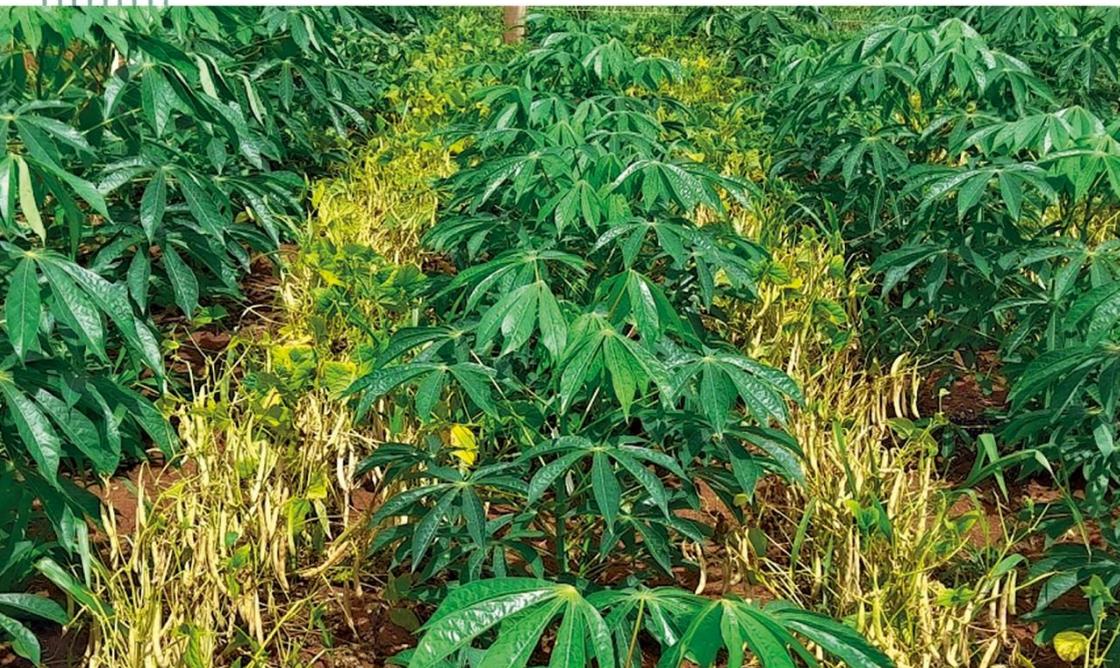


Circular

16

Divulgação Técnica

2023 | ISSN 2675-1348



Consórcio entre mandioca e feijão como incremento na agricultura familiar

Liege Camargo da Costa
Guilhermi Penteado Simões
Naiara do Nascimento dos Santos
Charles Patrick de Oliveira de Freitas
Carlos Henrique da Costa Barreto
José Geraldo Ozelame
Nereu Augusto Streck



DDPA

Departamento de Diagnóstico
e Pesquisa Agropecuária



GOVERNO DO ESTADO
RIO GRANDE DO SUL

SECRETARIA DA AGRICULTURA, PECUÁRIA,
PRODUÇÃO SUSTENTÁVEL E IRRIGAÇÃO

**GOVERNO DO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL
SECRETARIA DA AGRICULTURA, PECUÁRIA,
PRODUÇÃO SUSTENTÁVEL E IRRIGAÇÃO
DEPARTAMENTO DE DIAGNÓSTICO E PESQUISA
AGROPECUÁRIA**

CIRCULAR: divulgação técnica

**CONSÓRCIO ENTRE MANDIOCA E FEIJÃO COMO
INCREMENTO NA AGRICULTURA FAMILIAR**

Liege Camargo da Costa
Guilhermi Penteado Simões
Naiara do Nascimento dos Santos
Charles Patrick de Oliveira de Freitas
Carlos Henrique da Costa Barreto
José Geraldo Ozelame
Nereu Augusto Streck

Porto Alegre, RS

2023

Governador do Estado do Rio Grande do Sul: Eduardo Figueiredo Cavalheiro Leite.

Secretário da Agricultura, Pecuária, Produção Sustentável e Irrigação: Giovani Feltes.

Departamento de Diagnóstico e Pesquisa Agropecuária

Rua Gonçalves Dias, 570 – Bairro Menino Deus

Porto Alegre | RS – CEP: 90130-060

Telefone: (51) 3288.8000

<https://www.agricultura.rs.gov.br/ddpa>

Diretor: Caio Fábio Stoffel Efrom

Comissão Editorial:

Loana Silveira Cardoso; Lia Rosane Rodrigues; Bruno Brito Lisboa; Larissa Bueno Ambrosini; Flávio Nunes; Raquel Paz da Silva.

Arte: Rodrigo Nolte Martins

Catálogo e normalização:

C755 Consórcio entre mandioca e feijão como incremento na agricultura familiar / Liege Camargo da Costa ... [et al.]. – Porto Alegre: SEAPDR/DDPA, 2023.

38 p. : il. – (Circular : divulgação técnica, ISSN 2675-1348 ; 16)

Continuação de: Circular técnica, 1995-2016.

1. Cultivo consorciado. 2. Agricultura familiar. 3. Desempenho de cultivares 4. Uso eficiente do solo I. Costa, Liege Camargo da. II. Série.

CDU 633.493:635.652

REFERÊNCIA

COSTA, Liege Camargo da *et al.* **Consórcio entre mandioca e feijão como incremento na agricultura familiar**. Porto Alegre: SEAPI/DDPA, 2023. 38 p. (Circular: divulgação técnica, 16).

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	10
3 CARACTERIZAÇÃO DAS CULTIVARES	13
3.1 Cultivar de mandioca Fepagro RS 13	13
3.2 Cultivar de mandioca Vassourinha.....	15
3.3 Cultivar de feijão Fepagro Triunfo	16
3.4 Cultivar de feijão Fepagro Garapiá.....	18
4 BENEFÍCIOS DO CONSÓRCIO ENTRE AS CULTURAS: MANDIOCA E FEIJÃO	19
5 AVALIAÇÃO DO CONSÓRCIO ENTRE AS CULTURAS ..	21
5.1 Preparo do solo e plantio.....	22
5.2 Tratos culturais	25
5.3 Colheita.....	26
5.4 Produtividades obtidas com o sistema de consórcio	29
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS	34
REFERÊNCIAS	35

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Plantas de mandioca cultivar Fepagro RS 13.....	14
Figura 2 – Detalhes das folhas da cultivar de mandioca Fepagro RS 13	14
Figura 3 – Plantas de mandioca cultivar Vassourinha.	15
Figura 4 – Detalhes das folhas da Cultivar de Mandioca Vassourinha.....	16
Figura 5 – Plantas de feijão Fepagro Triunfo.....	17
Figura 6 – Detalhe dos grãos de feijão Fepagro Triunfo.....	17
Figura 7 – Plantas de feijão Fepagro Garapiá	18
Figura 8 – Detalhe dos grãos de feijão Fepagro Garapiá	19
Figura 9 – Precipitação normal e ocorrida (mm) no período do cultivo do consórcio. Júlio de Castilhos, Setembro/2022.....	21
Figura 10 – Preparo do solo. Júlio de Castilhos, agosto/2021.	23
Figura 11 – (a) Tratamento das manivas de mandioca com a pulverização de bioinsumos previamente ao plantio; (b) Plantio das manivas no solo.	24
Figura 12 – Estande de plantas 50 dias após a primeira data de plantio.	25
Figura 13 – (a) Estande de plantas anterior a capina; (b) Estande de plantas posterior à capina	26
Figura 14 – Consórcio entre mandioca e feijão comum: colheita do feijão cultivado na entrelinha da mandioca	27

Figura 15 – Consórcio mandioca e feijão: colheita da mandioca (270 dias após o plantio)28

Figura 16 – Estande de plantas do consórcio. Plantas de mandioca em pleno estágio vegetativo. Plantas de feijão em maturação fisiológica: (a) Mandioca Vassourinha; (b) Mandioca RS 1331

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1.** Tratamentos do consórcio entre mandioca e feijão. Júlio de Castilhos, Setembro de 2021.....22
- Tabela 2.** Produtividade (toneladas/hectare) de mandioca solteira e consorciada com feijão. Júlio de Castilhos, junho/2022.....29
- Tabela 3.** Rendimento de grãos de feijão consórcio com diferentes cultivares de mandioca. Júlio de Castilhos, Junho/2022.....31
- Tabela 4.** Valores do índice de uso eficiente da terra (UET) parcial e total para os sistemas de cultivo consorciados com mandioca e feijão. Júlio de Castilhos, agosto/2023.....33

CIRCULAR:

divulgação técnica

CONSÓRCIO ENTRE MANDIOCA E FEIJÃO COMO INCREMENTO NA AGRICULTURA FAMILIAR

Liege Camargo da Costa¹, Guilhermi Penteado Simões²,
Naiara do Nascimento dos Santos³, Charles Patrick de
Oliveira de Freitas⁴, Carlos Henrique da Costa Barreto⁵, José
Geraldo Ozelame⁶, Nereu Augusto Streck⁷

¹ Pesquisadora. Dra. em Agronomia. Departamento de Diagnóstico e Pesquisa Agropecuária, Centro de Pesquisa de Sementes. liegecosta@agricultura.rs.gov.br

² Graduando em Agronomia. Universidade Federal de Santa Maria. guilhermi_simoes@hotmail.com

³ Graduanda em Agronomia. Instituto de Educação Federal Farroupilha. Campus Júlio de Castilhos. naiara.2021013390@aluno.iffar.edu.br

⁴ Doutorando em Agronomia. Universidade Federal de Santa Maria. charlespatrick2010@hotmail.com

⁵ Publicitário Bacharel. Mestrando em Ensino de Humanidade e Linguagens. Universidade Franciscana. carloshcb123@gmail.com

⁶ Técnico em Pesquisa agrícola. Departamento de Diagnóstico e Pesquisa Agropecuária, Centro de Pesquisa de Sementes. joseozelame@agricultura.rs.gov.br

⁷ Professor, Dr. em Agronomia. Universidade Federal de Santa Maria. Centro de Ciências Rurais. nstreck2@yahoo.com.br

1 INTRODUÇÃO

A agricultura, no contexto geral, tem buscado o desenvolvimento de tecnologias ecologicamente corretas e sustentáveis (SANTOS *et al.*, 2014). Alimentar-se pressupõe a transformação de produtos de origem animal e vegetal retirados da natureza, em prol do sustento humano e, esta transformação assumiu, ao longo do tempo, traços diversos, em decorrência de processos como as inovações tecnológicas e a industrialização, que interferiram nas relações de consumo. A agricultura Familiar assegura a segurança alimentar brasileira, produzindo 70% dos alimentos consumidos no país. A sua sustentabilidade pode ser potencializada com o consórcio entre espécies significativamente importantes do ponto de vista nutricional, social e econômico. Entre as principais espécies agrícolas desenvolvidas pela Agricultura Familiar, estão o feijão e a mandioca. O feijão é um alimento básico nas refeições da população brasileira. Considerado um alimento construtor, é uma excelente fonte de proteína e bom substituinte para a proteína animal na dieta alimentar. A mandioca, cultivada em mais de 100 países tropicais e subtropicais graças ao uso eficiente da água e dos nutrientes do solo, é alimento rico em carboidratos, o que a torna uma fonte energética importante, além de fonte de vitaminas do complexo B, cálcio, fósforo e potássio, foi considerada pela FAO a cultura do século 21. A união destas duas culturas contribui no aporte de matéria orgânica e nitrogênio ao solo, a fim de avaliar o potencial produtivo de forma a atingir avanços na área científica, sobretudo para a Agricultura Familiar com impacto social, assegurando eficiência e estabilidade de produção na propriedade rural.

2 IMPORTÂNCIA DA MANDIOCA E DO FEIJÃO NA AGRICULTURA FAMILIAR

O papel da agricultura é essencial na nutrição, especialmente como recurso alimentar e energético primário (TAGLIAPIETRA *et al.*, 2021). A Agricultura Familiar vem ganhando espaço no mercado. Engloba grande parte dos estabelecimentos rurais, ajuda na economia local e no sustento das famílias além de atuar de forma determinante para garantir a segurança alimentar, destacando-se na luta global contra a fome que atinge “mais de 800 milhões de pessoas no mundo, que não têm acesso à alimentação saudável e nutritiva” (MELO *et al.*, 2021; FAO *et al.*, 2019). Diante da atual conjuntura encontrada nas áreas agrícolas – a exemplo o desenvolvimento de *commodities*, monocultivos, pecuária extensiva – cresce o interesse dos produtores por sistemas de produção alternativos que diminuam os efeitos da degradação ambiental e promovam a qualidade de vida na área agrícola, a sustentabilidade dos cultivos e a preservação da capacidade produtiva do solo em longo prazo.

No Brasil, cerca de 84% dos estabelecimentos agropecuários pertencem a grupos familiares. Isso corresponde a 4,4 milhões de estabelecimentos, que constituem a base econômica de 90% dos municípios brasileiros com até 20 mil habitantes. Esses empreendimentos também respondem a 40% da população economicamente ativa no país (CONFEDERAÇÃO NACIONAL DE AGRICULTORES FAMILIARES E EMPREENDEDORES FAMILIARES RURAIS, 2020). A mandioca e o feijão são culturas amplamente difundidas na diversificação da Agricultura Familiar.

A mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) é uma cultura de grande importância socioeconômica, cultivada em todas as regiões brasileiras nas mais diversas condições de solo e clima. É uma das principais fontes de carboidratos para a população pelo consumo da raiz, nos mais diferentes formatos (cozido, frito, ou na forma de farinha) além de ser matéria-prima para a agroindústria gerando emprego e renda, principalmente para pequenos produtores (CARDOSO, 2003; TAGRIAPIETRA *et al.*, 2019). É importante fonte proteica, alcançando níveis de até 26% de proteína nas folhas, sendo recomendada para consumo animal na forma de silagem (TAGRIAPIETRA *et al.*, 2019). O aumento da demanda por mandioca oferece aos agricultores familiares a oportunidade de intensificar a produção e aumentar sua renda.

O feijão comum (*Phaseolus vulgaris* L.), explorado predominantemente pela Agricultura Familiar, teve expressão econômica crescente até recentemente, por ser um alimento saudável e acessível, além de ser elemento importante em termos sociais para garantia da segurança alimentar e nutricional (CARRANÇA, 2023). O Brasil é o terceiro produtor mundial, sendo que 70% da produção é realizada em pequenas propriedades rurais. Entretanto, mudanças culturais, avanço no consumo de alimentos ultraprocessados e aumento de preços do produto, tem acarretado a perda de espaço da produção agrícola de feijão para commodities como soja e milho (CARRANÇA, 2023). Acrescido a isto, baixas produtividades são nacionalmente obtidas, oriundas de sistemas produtivos deficientes com ausência de calagem e/ou erosão do solo, da adubação desequilibrada e do manejo inadequado de pragas e doenças e pela assistência técnica deficitária (COELHO; XIMENES, 2020). Como espécie diversificadora na Agricultura Familiar, além da mandioca,

pode ser usada em consórcio com várias outras culturas, apresentando singular importância: as plantas fixam o nitrogênio do ar. Em virtude disso, diminui a necessidade de suprir esse nutriente com fertilizante químico, ajudando a diminuir o custo de produção das lavouras e reduzindo o impacto ambiental. Quando usados em sistema de rotação de culturas, constituem impacto positivo para o meio ambiente por contribuir para a mitigação das mudanças climáticas, uma vez que reduz a necessidade de alguns insumos químicos e combustíveis fósseis na agricultura, além de promover a sequestro de carbono no solo (SILVA, 2023).

3 CARACTERIZAÇÃO DAS CULTIVARES

Os sistemas de cultivo adotados neste estudo utilizaram duas cultivares de mandioca, Fepagro RS 13 e Vassourinha e duas cultivares de feijão: Fepagro Triunfo (tipo preto) e Fepagro Garapiá (tipo carioca). Exceto a cultivar Vassourinha de mandioca, os demais foram produzidos nos Programas de Melhoramento do Departamento de Diagnóstico e Pesquisa Agropecuária da Secretaria da Agricultura, Pecuária, Produção Sustentável e Irrigação (DDPA/SEAPI, RS).

3.1 Cultivar de mandioca Fepagro RS 13

Uso: Forragem e mesa (alimentação animal e humana).

Coloração do pecíolo: verde

Coloração da haste: verde-prata

Coloração da película das raízes: marrom clara.



Figura 1 – Plantas de mandioca cultivar Fepagro RS 13.

Fonte: Costa, L. C., 2022. Arquivo pessoal.



Figura 2 – Detalhes das folhas da cultivar de mandioca Fepagro RS 13.

Fonte: Simanihot UFSM, 2021.

3.2 Cultivar de mandioca Vassourinha

Uso: consumo de mesa

Coloração do pecíolo: rosado

Coloração da haste: verde

Coloração da película das raízes: marrom clara



Figura 3 – Plantas de mandioca cultivar Vassourinha.

Fonte: COSTA, L. C. Arquivo pessoal. 2022.



Figura 4 – Detalhes das folhas da Cultivar de Mandioca Vassourinha.

Fonte: COSTA, L. C. Arquivo pessoal. 2022.

3.3 Cultivar de feijão Fepagro Triunfo

Grupo comercial: preto

Porte: ereto

Hábito de crescimento: indeterminado

Cor da flor: roxa

Maturação fisiológica: 75 dias após a emergência.

Maturação de colheita: 87 dias após a emergência.

Peso médio de 1000 sementes: 238,3 g

População recomendada: 250 mil plantas/ha



Figura 5 – Plantas de feijão Fepagro Triunfo.

Fonte: Costa, L. C., 2022. Arquivo pessoal.

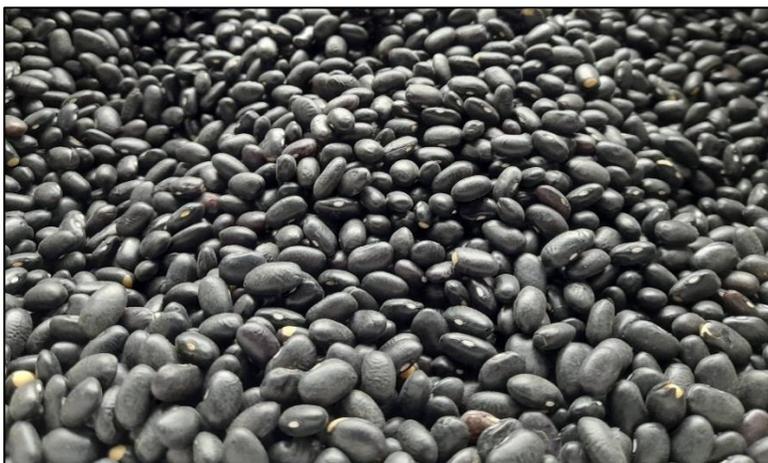


Figura 6 – Detalhe dos grãos de feijão Fepagro Triunfo.

Fonte: Costa, L. C., 2022. Arquivo pessoal.

3.4 Cultivar de feijão Fepagro Garapiá

Grupo comercial: carioca

Porte: ereto

Hábito de crescimento: indeterminado

Cor da flor: branca

Maturação fisiológica: 74 dias após a emergência.

Maturação de colheita: 86 dias após a emergência

Peso médio de 1000 sementes: 236,3 g

População recomendada: 250 mil plantas/ha



Figura 7 – Plantas de feijão Fepagro Garapiá.

Fonte: Costa, L. C., 2022. Arquivo pessoal.



Figura 8 – Detalhe dos grãos de feijão Fepagro Garapiá.

Fonte: Costa, L. C., 2022. Arquivo pessoal.

4 BENEFÍCIOS DO CONSÓRCIO ENTRE AS CULTURAS: MANDIOCA E FEIJÃO

O consórcio de culturas é um sistema de cultivo tradicional nos países em desenvolvimento nos trópicos e caracteriza-se pela maximização de espaço mediante o cultivo simultâneo, num mesmo local, de duas ou mais espécies com diferentes características quanto à sua arquitetura vegetal, hábitos de crescimento e fisiologia. (HERNANI; SOUSA; CECCON, 2021). A obtenção de maiores rendimentos nos sistemas consorciados deve considerar a escolha das espécies que se complementam, arranjo de cultivo, espaçamento e densidade de plantas (SALVADOR *et al.*, 2021; BEZERRA *et al.*, 2022).

As vantagens do sistema consorciado quando comparado ao cultivo solteiro incluem aumento na produtividade por unidade de área, proteção vegetativa do solo contra a erosão, controle das plantas daninhas, redução da incidência de pragas e doenças nas culturas consorciadas, frequentemente proporcionando maior lucro ao pequeno produtor, além de diversificar as fontes de renda e oferecer diversidade de produtos para o agricultor. Embora o consórcio seja uma estratégia promissora, pode haver a competição interespecífica entre culturas, com efeito no crescimento, desenvolvimento e produtividade, pelo efeito de fatores bióticos e abióticos, fotossíntese líquida e partição da matéria seca (BEZERRA *et al.*, 2022).

O consórcio com culturas leguminosas enriquece o solo e, entre culturas de raízes curtas com outras de raízes profundas mantém a fertilidade do solo e a produtividade, interrompendo a transmissão de pragas e doenças específicas. A mandioca apresenta características morfológicas e agrônômicas que permitem o uso de amplo espaçamento entre plantas e uma lacuna de até 90 dias para fechamento do solo na entrelinha, possibilitando o consórcio com culturas agrícolas de grande importância alimentícia e industrial (SALVADOR, 2018). O plantio do feijão em consórcio com outras culturas é procedimento comum no Brasil, sendo realizado principalmente por pequenos agricultores. O consórcio entre estas duas espécies significativamente importantes do ponto de vista nutricional, social e econômico pode potencializar a sustentabilidade na Agricultura Familiar.

5 AVALIAÇÃO DO CONSÓRCIO ENTRE AS CULTURAS

O Departamento de Diagnóstico e Pesquisa Agropecuária (DDPA), por meio do Centro de Diagnóstico e Pesquisa de Sementes (CESEM), desenvolveu um estudo para avaliar a viabilidade produtiva das culturas de mandioca e feijão conduzidas em sistema consorciado, no período de setembro de 2021 a julho de 2022. O Centro de Pesquisa localiza-se no município de Júlio de Castilhos (29°13'39" S, 53°40'38" W), na região central do estado do Rio Grande do Sul.

O clima da região é classificado como subtropical úmido (Cfa), com verões quentes e úmidos e invernos secos e frios, de acordo com a classificação de Köppen (ALVARES *et al.*, 2013) e a precipitação do período em estudo apresenta-se na Figura 9.

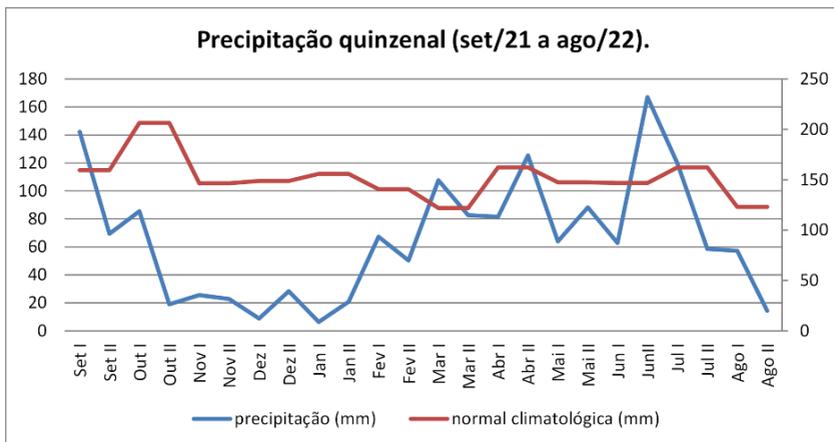


Figura 9 – Precipitação normal e ocorrida (mm) no período do cultivo do consórcio. Júlio de Castilhos, Setembro/2022.

Fonte: Estação INMET e SIMAGRO.

O experimento foi conduzido em blocos casualizados, sendo 06 tratamentos, distribuídos em 03 repetições. Os dados obtidos foram submetidos à análise da variância pelo software Sisvar e as médias comparadas pelo Teste Tukey, a 5% de probabilidade de erro.

Tabela 1. Tratamentos do consórcio entre mandioca e feijão. Júlio de Castilhos, Setembro de 2021.

Tratamento	Descrição
T 01	Mandioca Vassourinha solteira
T 02	Mandioca RS 13 solteira
T 03	Vassourinha + Fepagro Triunfo
T 04	Vassourinha + Fepagro Garapiá
T 05	RS 13 + Fepagro Triunfo
T 06	RS 13 + Fepagro Garapiá

5.1 Preparo do solo e plantio

O solo da área de estudo é profundo, possui teor de argila maior que 30% e foi classificado como Nitossolo Vermelho Distroférico/Distrófico típico, com áreas de transição para Argissolo Vermelho Distrófico nitossólico, conforme classificação realizada pelo Grupo de Pedologia da UFSM. O estudo, realizado a campo, foi arranjado em blocos ao acaso, composto por seis tratamentos e quatro repetições, como descritos na Tabela 01, em área de 2.000m² onde foram avaliadas as duas cultivares de mandioca em cultivo solteiro e consorciadas com as duas cultivares de feijão.

A área possui histórico de plantio direto. O solo foi preparado de forma convencional sem camalhão, em área pré-cultivada com cobertura vegetal no inverno (aveia),

previamente incorporada ao solo (Figura 10). A correção do solo foi feita com a aplicação de 280 kg da fórmula 5-30-15, conforme as recomendações técnicas do Manual de Calagem e Adubação para os Estados de SC e RS (SBCS, 2016) para a cultura do feijão.



Figura 10 – Preparo do solo. Júlio de Castilhos, agosto/2021.

Fonte: Costa, L. C. 2021. Arquivo pessoal.

O plantio foi realizado em 24 de setembro de 2021 sendo que as manivas (propágulos vegetativos de mandioca) apresentavam de 5-7 gemas com profundidade de plantio até 5 cm da superfície do solo. Antes da semeadura, as sementes de feijão foram inoculadas com inoculantes (*Rhizobium*) e as manivas de mandioca, inoculadas com *Trichoderma sp.*, nas dosagens comerciais recomendadas. (Figuras 11a e 11b).

Uma linha de feijão foi semeado manualmente na entrelinha da mandioca, com auxílio de saraquá. Entretanto, com a ocorrência de excesso de chuvas e baixa insolação no período da semeadura do feijão a germinação do feijão foi prejudicada, sendo necessária a ressemeadura, realizada na

data de 19 de outubro de 2021. Detalhe do estande de plantas do consórcio na Figura 12.



Figura 11 – (a) Tratamento das manivas de mandioca com a pulverização de bioinsumos previamente ao plantio; (b) Plantio das manivas no solo.

Fonte: Costa, L. C., 2022. Arquivo pessoal.



Figura 12 – Estande de plantas 50 dias após a primeira data de plantio.

Fonte: Costa, L. C., 2022. Arquivo pessoal.

5.2 Tratos culturais

Imediatamente posterior ao plantio foi aplicado herbicida Dual Gold[®] para controle pré-emergente de plantas infestantes nas duas culturas consorciadas.

Foram realizadas apenas duas capinas manuais, aos 35 e 55 dias após o plantio, suficientes para manter as parcelas livres de infestações com o fechamento das entrelinhas pelas plantas de feijão (Figuras 13a e 13b).

O controle de pragas e doenças foi realizado conforme indicações técnicas para a cultura do feijão na região sul, neste caso apenas para controle de *Diabrotica speciosa* (vaquinhas) no feijoeiro.



Figura 13 – (a) Estande de plantas anterior a capina; (b) Estande de plantas posterior à capina.

Fonte: Costa, L. C., 2022. Arquivo pessoal.

5.3 Colheita

A colheita foi realizada manualmente. O feijão foi colhido em 14 de janeiro de 2022, quando alcançou a maturação de colheita (Figura 14). A mandioca foi colhida em 10 de junho de 2022, após a total desfolha das plantas (Figura 15). A produtividade foi avaliada nas duas culturas. Foi realizada a

análise estatística e as médias de produtividade comparadas pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro para as duas culturas.



Figura 14 – Consórcio entre mandioca e feijão comum: colheita do feijão cultivado na entrelinha da mandioca.

Fonte: Costa, L. C., 2022. Arquivo pessoal.



Figura 15 – Consórcio mandioca e feijão: colheita da mandioca (270 dias após o plantio).

Fonte: Costa, L. C., 2022. Arquivo pessoal.

5.4 Produtividades obtidas com o sistema de consórcio

No Brasil, a atual produtividade da cultura da mandioca está estimada em 14,5 toneladas/hectare (COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO, 2023). E, a produtividade média nacional do feijão comum alcançou 1.199 Kg/hectares e 1.400 kg/hectares para o feijão preto e de cor (incluindo o carioca), respectivamente, na safra de 2020.

Neste estudo, considerando os cultivos solteiros (“cultivos solo”) e a cultivar RS 13 de mandioca consorciada com feijão, as médias de produtividade de raízes comerciais não apresentaram diferenças significativas pelo Teste de Tukey 5% (Tabela 2).

Tabela 2. Produtividade (toneladas/hectare) de mandioca solteira e consorciada com feijão. Júlio de Castilhos, junho/2022.

Tratamentos	Produtividade (ton.ha-1)	
	Raízes comerciais	Raízes não comerciais
RS 13 solteira	25,5 a	0,85 a
Vassourinha solteira	23,9 ab	0,94 a
RS 13 + Triunfo	25,5 a	0,96 a
RS 13 + Garapiá	23,1 ab	1,14 a
Vassourinha + Triunfo	18,7 c	1,80 a
Vassourinha + Garapiá	18,8 c	0,78 a
	CV%	11,77

O plantio das duas cultivares de feijão nas entrelinhas da mandioca não interferiu na produção comercial de raízes da cultivar RS 13, a qual apresentou os maiores rendimentos de raízes comerciais.

A cultivar de mandioca Vassourinha conduzida no sistema de consórcio apresentou os menores rendimentos de raízes comerciais, independente da cultivar de feijão produzida na entrelinha. Os rendimentos foram também inferiores aos obtidos pela cultivar RS 13 consorciada. O consórcio promove um aumento na produtividade das plantas cultivadas por área, entretanto, quando consorciadas, pode ocorrer competição interespecífica entre as culturas, diminuindo o rendimento individual das plantas (SADEGHPOUR *et al.*, 2013).

Em estudos de consorciação com espécies de adubos verdes, envolvendo leguminosas e a cultura da mandioca, Schaffrath e Miller (2000), verificaram vantagens nessa modalidade de cultivo, havendo respostas positivas diferenciadas da mandioca a cada espécie leguminosa consorciada. Neste caso, sob ação de estiagem, o feijão pode ter exercido ação de competição com a mandioca Vassourinha, competindo por água e nutrientes do solo, concordando com a informação de que nos primeiros três meses de desenvolvimento da cultura da mandioca há maior concorrência pelos fatores de produção (ALBUQUERQUE *et al.*, 2008).

Em contraponto, rendimentos superiores de feijão preto e carioca foram observados nas parcelas consorciadas com a mandioca Vassourinha, chegando a uma expressiva produção de 39,6 sacos por hectare para a cultivar de feijão preto Fepagro Triunfo (Tabela 03). As plantas de feijão em maturação fisiológica e o estande em pleno desenvolvimento vegetativo dos sistemas consorciados podem ser vistos na Figura 16 a e b.



Figura 16 – Estande de plantas do consórcio. Plantas de mandioca em pleno estágio vegetativo. Plantas de feijão em maturação fisiológica: (a) Mandioca Vassourinha; (b) Mandioca RS 13.

Fonte: Costa, L. C., 2022. Arquivo pessoal.

Tabela 3. Rendimento de grãos de feijão consórcio com diferentes cultivares de mandioca. Júlio de Castilhos, Junho/2022.

Tratamentos	Rendimento de grãos	
	Kg.ha	Sacos
RS 13 + Triunfo	1803,1 ab	30,1 ab
RS 13 + Garapiá	1740,0 ab	29,0 ab
Vassourinha + Triunfo	2375,6 a	39,6 a
Vassourinha + Garapiá	1847,5 a	31,8 a
	CV%	16,20

O feijão cultivado na entrelinha da mandioca foi colhido com padrão de qualidade para o mercado consumidor determinando potencial de renda adicional ao agricultor, com melhor aproveitamento dos recursos disponíveis. Resultados semelhantes obtidos por Devides *et al.* (2009) demonstraram que o sistema de consórcio com diferentes arranjos com feijão não interferiu na produção final da mandioca.

Os menores rendimentos de raízes comerciais para a cultivar de mandioca Vassourinha observados no consórcio com feijão preto Fepagro Triunfo (Tabela 02) foram compensados com a obtenção de 31% a mais de grãos de feijão desta cultivar (Tabela 03), tornando o sistema produtivo rentável e equilibrado ao produtor.

Neste sentido, o desenvolvimento de estudos com sistemas consorciados entre espécies objetivam a otimização e aumento de produtividade por área (BEZERRA *et al.*, 2022). Para tanto, foi aplicado o índice de eficiência biológica através da determinação da razão equivalente de terra (LER) ou uso eficiente da terra (UET), conforme proposto por Mead & Willey (1980) e Bezerra *et al.* (2022).

$$UET = (Y_{mc}/Y_{ms}) + (Y_{fc}/Y_{fs})$$

A Tabela 04 apresenta os índices de Uso Eficiente da Terra (UET) e corresponde ao aproveitamento relativo da terra, analisa a eficiência biológica das culturas em sistema solo ou consorciado, onde: YMS = rendimentos (kg/ha) obtidos para mandioca solo, MC = mandioca consorciada, FS = feijão solo e FC feijão consorciado.

A determinação do UET permite compreender a competitividade das culturas nos cultivos consorciados, bem como benefícios econômicos e configuração ideal de cultivo (SADEGHPOUR *et al.*, 2013).

Tabela 4. Valores do índice de uso eficiente da terra (UET) parcial e total para os sistemas de cultivo consorciados com mandioca e feijão. Júlio de Castilhos, agosto/2023.

Consórcio	M S	M C	F S	F C	UET	UET	UET
					M	F	Total
Rendimentos (kg.ha)							
RS 13 + T	25500	25500	2175,5	1803,1	1,00	0,83	1,83
RS 13 + G	25500	23100	2235,3	1740,0	0,91	0,78	1,68
V + T	23900	18700	2175,5	2375,6	0,78	1,09	1,87
V + G	23900	18800	2235,3	1847,5	0,79	0,83	1,61

Quando $UET > 1$, existe vantagem do cultivo consorciado em relação ao cultivo solo. Se $UET = 1$, não há vantagem produtiva e, se $UET < 1$, o consórcio é desvantajoso (BEZERRA *et al.*, 2022). Na avaliação do uso eficiente da terra dos consórcios observou-se vantagem do consórcio sobre o monocultivos para as duas espécies, tendo em vista que todos os sistemas de consórcio avaliados promoveram valor de UET superior a 1.

Essa informação é importante para o produtor, pois reforça que o aproveitamento da área cultivada com a combinação destas duas espécies agrícolas de alta versatilidade e valor econômico agregado, permite uma safra adicional na propriedade, no período que compreende a lacuna de tempo até o completo fechamento da entrelinha pelas plantas de mandioca, considerando que o ciclo do feijão dura, em média, 90 dias.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

As produtividades obtidas neste estudo superaram as médias nacionais de produção de mandioca e de feijão, mesmo sob ação climática de déficit hídrico observado em todo o Estado do RS. A cultivar de mandioca RS 13 apresentou maior potencial produtivo em sistema consorciado com feijão comparada à cultivar Vassourinha. Sob o ponto de vista da eficiência do uso da terra, o sistema de consórcio adotado entre as duas culturas foi o mais vantajoso para as condições do estudo em relação ao cultivo solo de mandioca e feijão. O consórcio entre estas duas espécies significativamente importantes do ponto de vista nutricional, social e econômico potencializa a sustentabilidade na Agricultura Familiar pela redução do uso de insumos para controle de pragas e doenças e controle de plantas daninhas, pela diminuição da mão de obra vista pela menor necessidade da realização das capinas na cultura da mandioca e, significativamente, pelo aumento da produtividade por área, quantidade colhida e oferta de produtos.

REFERÊNCIAS

ALBUQUERQUE, J. A. A. *et al.* Interferência de plantas daninhas sobre a produtividade da mandioca (*Manihot esculenta*). **Planta Daninha**, Viçosa, MG, v. 26, n. 2, p. 279-289, 2008.

ALVARES, C. A. *et al.* Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, Berlin, v. 22, n. 6, p. 711-728, 2013.

BEZERRA, R. C. A. *et al.* Indicadores de eficiência biológica e habilidade competitiva em sistemas consorciados de plantas xerófitas: uma revisão. **Research, Society and Development**, Vargem Grande Paulista, v. 11, n. 5, 2022.

CARDOSO, C. E. L. **Competitividade e inovação tecnológica na cadeia agroindustrial de fécula de mandioca no Brasil**. 2003. 188 f. Tese (Doutorado em Economia Aplicada) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2003.

CARRANÇA, T. Por que feijão está sumindo do prato dos brasileiros. BBC News Brasil, [S. l.], 11 mar. 2023. Disponível em: <https://www.bbc.com/portuguese/articles/c90935j2k8go>. Acesso em: 29 ago. 2023.

COÊLHO, J. D.; XIMENES, L. F. **Feijão: produção e mercado**. Fortaleza: Escritório Técnico de Estudos Econômicos do Nordeste, dez. 2020. 9 p. (Caderno Setorial ETENE, ano 5, n. 143).

COMISSÃO TÉCNICA SUL-BRASILEIRA DE FEIJÃO. **Informações técnicas para o cultivo do feijão na região sul-brasileira 2009**. Florianópolis: Epagri, 2010. 157 p.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Análise mensal**: mandioca. Brasília, DF: Conab, fev. 2023. Disponível em: https://www.conab.gov.br/info-agro/analises-do-mercado-agropecuário-e-extrativista/analises-do-mercado/historico-mensal-de-mandioca/item/download/46736_bc3f73c26e9f79fca47ead5545646713. Acesso em: 17 jun. 2023.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Feijão – análise mensal – maio-junho – 2020**. Brasília, DF: Conab, 18 jun. 2020. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/analises-do-mercado-agropecuário-e-extrativista/analises-do-mercado/historico-mensal-de-feijao/item/13707-feijao-analise-mensal-maio-junho-2020>. Acesso em: 17 jun. 2023.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DE AGRICULTORES FAMILIARES E EMPREENDEDORES FAMILIARES RURAIS. **Feijão, o alimento mais brasileiro mostra a força da agricultura familiar**. Brasília, DF: CONAFER, 23 jun. 2020. Disponível em: <https://conafer.org.br/feijao-o-alimento-mais-brasileiro-mostra-a-forca-da-agricultura-familiar>. Acesso em: 2 mar. 2023.

DEVIDE, A. C. P. *et al.* Produtividade de raízes de mandioca consorciada com milho e caupi em sistema orgânico. **Bragantia**, Campinas, v. 68, n. 1, p. 145-153, 2009.

FAO; IFAD; UNICEF; WFP; WHO. **The state of food security and nutrition in the world 2019**: safeguarding against economic slowdowns and downturns. Rome: FAO, 2019. E-book. Disponível em: <https://www.fao.org/3/ca5162en/ca5162en.pdf>. Acesso em: 6 jul. 2021.

HERNANI, L. C.; SOUSA, L. C. F. de.; CECCON, G. Consorciação de culturas. *In*: EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Sistema Plantio Direto**. Brasília, DF: Embrapa, 22 dez. 2021. Disponível em: <https://www.embrapa.br/agencia-de-informacao-tecnologica/tematicas/sistema-plantio-direto/fazendo-certo/planejando-e-executando/fase-de-implantacao/organizando-o-sistema-produtivo/consorciacao-de-culturas>. Acesso em: 4 ago. 2023.

MEAD, R.; WILLEY, R. W. The concept of "Land Equivalent Ratio" and advantage in yields from intercropping. **Experimental Agriculture**, London, v. 16, p. 217-228, 1980.

MELO, E. B.; BARROS, L. N.; SOUZA, L. K. R.; MELO, L. O.; GONÇALVES, R. M. O.; BORGES, D. C. S. A importância da agricultura para a sociedade: breve revisão de literatura. **Scientia Generalis**, [s. l.], v. 2, p. 144, 2021. Supl. 1. Anais do IV Fórum de Iniciação Científica, 2021, [Patos de Minas].

SADEGHPOUR, A. *et al.* Forage yield, quality and economic benefit of intercropped barley and annual medic in semi-arid conditions: additive series. **Field Crops Research**, Amsterdam, v. 148, p. 43–48, 2013.

SALVADOR, F. V. **Seleção recorrente no melhoramento do feijoeiro**: otimização das etapas de seleção e otimização de progênies. 2018. 74 f. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento) – Programa de Pós-Graduação em Genética e Melhoramento, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2018.

SALVADOR, K. R. S. *et al.* Intensificação de sistemas de produção de palma forrageira por meio de consorciação com gramíneas, leguminosas e oleaginosas: uma revisão. **Revista Brasileira de Geografia Física**, Recife, n. 14, v. 4, p. 2322-2343, 2021.

SANTOS, C. F.; SIQUEIRA, E. S.; ARAÚJO, I. T.; GUEDES, Z. M. Agroecology as a means of sustainability for family-based agriculture. **Ambiente e Sociedade**, Campinas, v. 17, n. 2, p. 33-52, 2014.

SCHAFFRATH, V. R.; MILLER, P. R. M. Consorcio de mandioca com crotalária: efeitos sobre plantas espontaneas. **Agroecologia e Desenvolvimento Rural Sustentável**, Porto Alegre, v. 1, n. 4, p. 19-24, out./dez. 2000.

SCHONS, A. *et al.* Arranjos de plantas de mandioca e milho em cultivo solteiro e consorciado: crescimento, desenvolvimento e produtividade. **Bragantia**, Campinas, v. 68, n. 1, p. 155-167, 2009.

SILVA, W. B. Rotação de cultura e mitigação das mudanças climáticas. *In*: INBS. São Paulo, 8 mar. 2023. Disponível em <https://inbs.com.br/rotacao-de-culturas-e-mitigacao-das-mudancas-climaticas>. Acesso em: 28 ago. 2023.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE CIÊNCIA DO SOLO. **Manual de calagem e adubação para os Estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina**. 11. ed. [S. l.]: SBCS. Núcleo Regional Sul, 2016. 376 p., il.

TAGLIAPIETRA, B. L. *et al.* **Mandioca para alimentação humana e animal**. Santa Maria: Simanihot, 2019. 104 p., il. color.

TAGLIAPIETRA, B. L.; ZANON, A. J.; TIRONI, L. F.; STRECK, N. A.; RICHARDS, N. S. P. S. Qualidade nutricional e aceitação sensorial da mandioca biofortificada. **Brazilian Journal of Food Technology**, Campinas, v. 24, e2020247, 2021.



GOVERNO DO ESTADO
RIO GRANDE DO SUL
SECRETARIA DA AGRICULTURA, PECUÁRIA,
PRODUÇÃO SUSTENTÁVEL E IRRIGAÇÃO

Secretaria de Agricultura, Pecuária, Produção Sustentável e Irrigação
Departamento de Diagnóstico e Pesquisa Agropecuária

Avenida Getúlio Vargas, 1384 - Menino Deus
CEP 90150-004 - Porto Alegre - RS
Fone: (51) 3288-8000

www.agricultura.rs.gov.br/ddpa