

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DO RIO GRANDE DO SUL
UNIDADE UNIVERSITÁRIA EM SÃO LUIZ GONZAGA
CURSO DE BACHARELADO EM AGRONOMIA**

EDUARDA LETICIA RUARO

**AVALIAÇÃO DO USO DE PLANTAS DE COBERTURA DE SOLO NA
ENTRESSAFRA MILHO-TRIGO**

SÃO LUIZ GONZAGA - RS

2022

EDUARDA LETICIA RUARO

**AVALIAÇÃO DO USO DE PLANTAS DE COBERTURA DE SOLO NA
ENTRESSAFRA MILHO-TRIGO**

Trabalho de Conclusão de Curso II apresentado
como requisito parcial para obtenção do título
de Engenheiro Agrônomo pela Universidade
Estadual do Rio Grande do Sul.

Orientador: Prof. Dr. Marciel Redin

SÃO LUIZ GONZAGA- RS

2022

Catlogação de Publicação na Fonte

- R894a Ruaro, Eduarda Leticia.
Avaliação do uso de plantas de cobertura de solo na entressafra milho-
trigo / Eduarda Leticia Ruaro. – Três Passos, 2022.
[23] f.
- Orientador: Prof. Dr. Marciel Redin.
- Artigo (Graduação) – Universidade Estadual do Rio Grande do Sul,
Curso de Graduação em Agronomia, Três Passos, 2022.
- 1.Conservação do solo. 2 Sistema plantio direto. 3. Ciclagem de
nutrientes. 4. Adubos verdes. I. Redin, Marciel. II. Título.

EDUARDA LETICIA RUARO

**AVALIAÇÃO DO USO DE PLANTAS DE COBERTURA DE SOLO NA
ENTRESSAFRA MILHO-TRIGO**

Trabalho de Conclusão de Curso II apresentado
como requisito parcial para obtenção do título
de Engenheiro Agrônomo pela Universidade
Estadual do Rio Grande do Sul.

Orientador: Prof. Dr. Marciel Redin

Aprovado em: 22/11/2022

BANCA EXAMINADORA

Orientador: Prof. Dr. Marciel Redin
Universidade Estadual do Rio Grande do Sul - UERGS

Eng. Agr. Dr. Fábio Evandro Grub Hauschild
Universidade Estadual do Rio Grande do Sul - UERGS

Prof. Dr. Mastrangelo Enivar Lanza Nova
Universidade Estadual do Rio Grande do Sul

1 **AVALIAÇÃO DO USO DE PLANTAS DE COBERTURA DE SOLO NA**
2 **ENTRESSAFRA MILHO-TRIGO¹**

3
4 ***EVALUATION OF THE USE OF COVER CROPS PLANTS IN CORN-WHEAT OFF-***
5 ***SEASON***

6
7 **Resumo:**

8 A utilização de plantas de cobertura, em especial as de verão, são pouco utilizadas por
9 competirem com as culturas de importância econômica, entretanto, as janelas entressafras são
10 excelentes oportunidades para implantá-las, e assim, aumentar a diversidade do
11 agroecossistema. O objetivo foi avaliar o uso de plantas de cobertura de solo na entressafra
12 milho-trigo no noroeste do Rio Grande do Sul. Para isso, utilizou-se crotalária, mucuna-cinza,
13 feijão-de-porco, tremoço, trigo-mourisco, milheto, consórcio de milheto e crotalária (50%) e
14 pousio (testemunha). As espécies foram semeadas manualmente após a colheita do milho safra
15 com 0,45 m de espaçamento entre linhas, dispostas em blocos ao acaso. A taxa de cobertura do
16 solo foi analisada aos 30, 45, 60, 75 e 90 dias após a semeadura. A matéria seca foi determinada
17 na plena floração de cada cultura, sendo separados em talos/colmos e folhas, secos a 65°C. A
18 incidência de plantas espontâneas foi realizada no momento de plena floração. Os acúmulos de
19 nutrientes e carbono foram obtidos por estimativa. No período entressafra o milheto, consórcio
20 de milheto + crotalária, mucuna-cinza e feijão-de-porco apresentam maior eficiência de
21 cobertura do solo, ambos atingindo 100% de cobertura de solo. Os maiores acúmulos de matéria
22 seca foram do milheto (11204 kg.ha⁻¹) e do consórcio (9291 kg.ha⁻¹). O consórcio, apresentou
23 relação C/N intermediária (26) e teores satisfatórios de nutrientes na biomassa, obteve o maior
24 acúmulo de N com 164,9 kg/ha. As culturas mais eficientes para a supressão de plantas
25 espontâneas foram o milheto, o consórcio e a mucuna-cinza. A crotalária apresentou baixo
26 desempenho não sendo recomendada para cultivo solteiro na entressafra milho-trigo.

27 **Palavras chaves:** Conservação do solo. Sistema plantio direto. Ciclagem de nutrientes. Adubos
28 Verdes.

29
30 **Abstract:** The use of cover crops, especially summer ones, are little used because they compete
31 with crops of economic importance, however, the off-season windows are excellent
32 opportunities to implement them, and thus increase the diversity of the agroecosystem. The
33 objective was to evaluate the use of ground cover plants in the corn-wheat off-season in
34 northwest Rio Grande do Sul. Showy rattlebox, grey mucuna, jack bean, lupine, buckwheat,

¹Artigo elaborado de acordo com normas da Revista de Ciências Agroveterinárias:
<https://www.revistas.udesc.br/index.php/agroveterinaria/about/submissions>

35 millet, millet and showy rattlebox (50%) and fallow (control) were used for this purpose. The
36 species were manually sown after the corn harvest with 0.45 m spacing between rows, arranged
37 in random blocks. The soil cover rate was analyzed at 30, 45, 60, 75 and 90 days after sowing.
38 Dry matter was determined at full flowering of each crop, being separated into stalks/stems and
39 leaves, dried at 65°C. Weed incidence was performed at the time of full bloom. Nutrient and
40 carbon accumulation were obtained by estimation. In the off-season, millet, millet + showy
41 rattlebox intercropping, velvet bean and jack bean have higher ground cover efficiency, both
42 reaching 100% ground cover. The largest accumulations of dry matter were in millet (11204
43 kg.ha⁻¹) and intercropped (9291 kg.ha⁻¹). The consortium, with an intermediate C/N ratio (26)
44 and satisfactory levels of nutrients in the biomass, obtained the highest accumulation of N,
45 164.9 kg/ha. The most efficient cultures for the suppression of weeds were millet, intercropping
46 and velvet bean. Showy rattlebox showed low performance and is not recommended for single
47 cropping in the corn-wheat off-season.

48 **Keywords:** Soil conservation. No-tillage system. Nutrient cycling. Green manures.

49

50 INTRODUÇÃO

51 O sistema plantio direto (SPD) é um conjunto de técnicas de cultivo que visam a
52 conservação e o aumento produtivo das áreas agrícolas de modo sustentável (DINIZ et al. 2021;
53 MINGOTTE et al. 2021). Conforme DENARDIN et al. (2019) o SPD é praticado em
54 aproximadamente 38,2% das áreas com cultivo temporário no Brasil. Dentre os preceitos do
55 SPD estão o revolvimento restrito a linha de semeadura, a cobertura vegetal permanente, a
56 diversificação de culturas, via rotação e consorciação de diferentes espécies, e manutenção dos
57 restos vegetais sob o solo. São necessários, para as condições climáticas brasileiras, o aporte
58 superior a 8 Mg ha⁻¹ por ano de biomassa seca, o que permite manter o sistema produtivo por
59 mais tempo (DENARDIN et al. 2019; MINGOTTE et al. 2021).

60 O SPD proporciona inúmeros benefícios, dentre eles, a restauração da biodiversidade
61 do solo, a recuperação de solos degradados, o aumento da fertilidade pela ciclagem de
62 nutrientes, redução da lixiviação de fertilizantes, o aumento da retenção de água no solo, a
63 supressão de plantas espontâneas, redução do banco de sementes do solo, entre outros
64 benefícios (SALOMÃO et al. 2020; FORTE et al. 2018; SANTOS et al. 2018).
65 Especificamente, no Rio Grande do Sul, tem-se observado falhas técnicas na condução do SPD,
66 conseqüentemente, tem-se o retorno da erosão hídrica com alterações físicas, químicas e
67 biológicas do solo e, comprometimento da estabilidade produtiva. Entre as práticas que estão

68 sendo negligenciadas, está a falta de rotação de culturas e a pouca manutenção da cobertura
69 vegetal permanente do solo, sobretudo nos períodos de entressafras (BARBIERI et al. 2019).

70 O período entre a colheita de uma safra e a semeadura da safra seguinte é conhecido
71 como entressafra, e no RS geralmente ocorre entre a colheita da cultura de verão e a semeadura
72 da cultura de inverno (ADAMI et al. 2020). A inclusão de plantas de cobertura de solo nos mais
73 diversos sistemas de produção vegetal, incluindo nos períodos entressafras de culturas de grãos
74 é importante, devido, melhorar as condições de crescimento e desenvolvimento das culturas
75 sucessoras (PACHECO et al. 2017), aumentar a ciclagem de nutrientes, em especial o
76 nitrogênio, permitindo reduzir o aporte de fertilizantes nitrogenados e reduzir,
77 consequentemente, o custo de produção (ZANUNCIO et al. 2022). Ainda, de grande
78 importância, mantém o solo permanentemente coberto, evitando o desenvolvimento de
79 processos erosivos (BARBIERI et al. 2019; REIS & BORSOI 2020), garantindo, assim, maior
80 saúde ao solo, maior estabilidade produtiva e maior retorno econômico ao produtor rural
81 (SILVA et al. 2021), além reduzir a emissão de gases de efeito estufa (BENSEN et al. 2018).
82 Entretanto, muitas vezes as plantas de cobertura de solo não são usadas devido seus ciclos
83 coincidirem com o ciclo das culturas de interesse econômico, como a soja e o milho no verão e
84 o trigo no inverno. Deste modo, a exploração do período entressafra verão-inverno é
85 fundamental, o mesmo varia de 70 a 120 dias, sendo que um dos motivos da não utilização de
86 planta de cobertura de solo neste período é a incerteza sob a viabilidade técnica/econômica de
87 sua utilização (LINK, 2020).

88 Deste modo, o objetivo do estudo foi avaliar o uso de plantas de cobertura de solo na
89 entressafra milho-trigo no noroeste do Rio Grande do Sul.

90

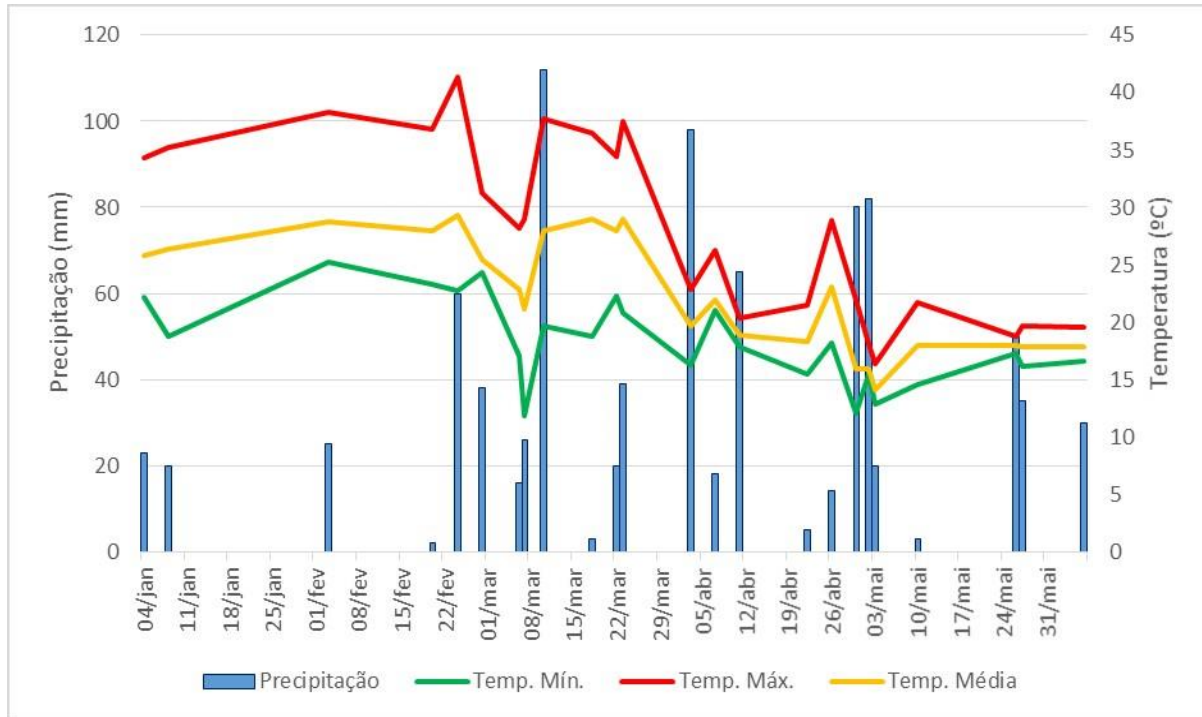
91 **MATERIAIS E MÉTODOS**

92 O estudo foi realizado no município de São Borja, Rio Grande do Sul, na localidade de
93 São Marcos, situada a 28°31'13.52" de latitude e longitude de 55°54'42.56", altitude de 86 m
94 acima do nível do mar. O solo da área experimental é caracterizado como Nitossolo Vermelho
95 com textura franco argilo siltosa (SANTOS et al. 2018). A região apresenta clima Cfa,
96 conforme a classificação de Köppen-Greiger, sendo este, subtropical, sem estação seca e com
97 verões quentes (PEEL et al. 2007). O regime pluviométrico e a temperatura do ar no período
98 de execução do experimento podem ser visualizados na figura 1.

99

100 Figura 1: Regime pluviométrico e flutuação de térmica durante o período experimental, 01/01
 101 a 13/06/2022.

102 *Figure 1: Rainfall regime and thermal fluctuation in the period from January 1, 2022 to June*
 103 *13, 2022.*



104

105 A implantação do experimento foi realizada em área sob sistema plantio direto
 106 consolidado em esquemas de sucessão e rotação de culturas de grãos e cobertura de solo desde
 107 2013. Antes da instalação do experimento foi realizada coleta de solo na profundidade de 0-20
 108 cm, estratificada em 0-10 e 10-20 cm para caracterização físico-química do solo (Tabela 1).

109

110 Tabela 1: Caracterização físico-química do solo na área experimental.

111 *Table 1: Physicochemical characterization of the soil in the experimental area.*

Camadas (cm)	pH ^a (H ₂ O)	V	MOS (%)	Argila	P	K	S (mg/dm ³)	Cu	Zn	B	Al (Cmolc/dm ³)	Ca	Mg	H+Al
0-10	5,6	73	2,4	29	9,9	79	11,5	6,8	2,1	0,7	0	6,6	2,3	3,4
10-20	5,5	73	1,8	34	6,7	53	10,7	6,3	2,7	0,8	0	6,3	2,7	3,4

112

113

114 O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso, com seis repetições de
 115 cada tratamento em parcelas experimentais de 4 x 3 m, totalizando 12 m² cada. Os tratamentos

116 foram: 1) Crotalária (*Crotalaria spectabilis* Roth), 2) Mucuna-cinza (*Mucuna cinerea* Piper &
117 Tracy), 3) Feijão-de-porco (*Canavalia ensiformis* DC), 4) Tremoço (*Lupinus albus* L.), 5)
118 Trigo-mourisco (*Fagopyrum esculentum* Moench), 6) Milheto (*Pinnesetum glaucum* L.), 7)
119 Consórcio de milho e crotalária (50%), e 8) Pousio. As densidades de semeadura foram de
120 15, 90, 100, 65, 60, 15, 7/7 Kg de sementes por hectare, para os tratamentos 1 ao 8,
121 respectivamente. A semeadura foi realizada em 05 de fevereiro de 2022, de modo manual, com
122 0,45m de espaçamento entre linhas. A ressemeadura de falhas e semeadura de tremoço e feijão-
123 de-porco foi em 05 de março de 2022. As sementes não receberam tratamento, nem inoculação,
124 e a condução ocorreu em condições naturais de clima, sem adubação e tratos culturais para
125 controle de pragas e doenças.

126 A avaliação da produção de matéria seca das plantas ocorreu no momento de plena
127 floração de cada cultura, sendo coletado duas subamostras de 0,5 m linear de cada unidade
128 experimental. O material verde coletado foi separado em folhas e caule/colmos, levados a estufa
129 a 65°C separadamente, até atingirem massa constante, quando foi determinada a produção de
130 matéria seca. A taxa de cobertura do solo pelas plantas foi realizada com o auxílio de um gride
131 (0,25 m²) dotado de 100 pontos de interseção, qual foi alocado a 1 metro, sob o solo, e realizado
132 a contagem do número de interseções dispostas sob o dossel vegetal, o resultado expresso em
133 percentagem. Essa avaliação ocorreu aos 30, 45, 60, 75 e 90 dias após a semeadura. A avaliação
134 da incidência de plantas espontâneas foi realizada no momento de plena floração de cada cultura
135 de cobertura de solo. Para tal, utilizou-se de um quadro de PVC de 0,25 m², para a amostragem
136 aleatória em dois pontos de cada parcela. A avaliação do pousio foi realizada juntamente com
137 a última cultura a apresentar plena floração, as plantas foram identificadas a nível de espécie de
138 acordo com LORENZI (2006).

139 Com base na produção de matéria seca total de cada cultura e/ou consórcio foi estimado
140 o acúmulo de carbono e nutrientes contido no material vegetal. Para isso, multiplicou-se a
141 produção de matéria seca obtida no presente estudo pelos teores encontrados na literatura. Deste
142 modo, o carbono e nitrogênio, foram estimados a partir dos dados de REDIN et al. (2018) e
143 fósforo, potássio, enxofre, cálcio e magnésio foram estimados a partir dos dados de
144 SCAVAZZA et al. (2018), DELAZERI et al. (2018), PEREIRA et al. (2017), AMBROSANO
145 et al. (2017), AKER & PASSOS (2018) e BRICHI (2018). No caso do consórcio milho +
146 crotalária, quando não se encontrou dados de consórcio em mesma proporção, se estimou o
147 acúmulo com base nos resultados das culturas solteiras e sua respectiva participação no
148 consórcio.

149 Os dados obtidos foram submetidos a análise de variância, quando significativo,
 150 comparados entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro, utilizando o programa
 151 computacional Bioestat®, versão 5.0.

152

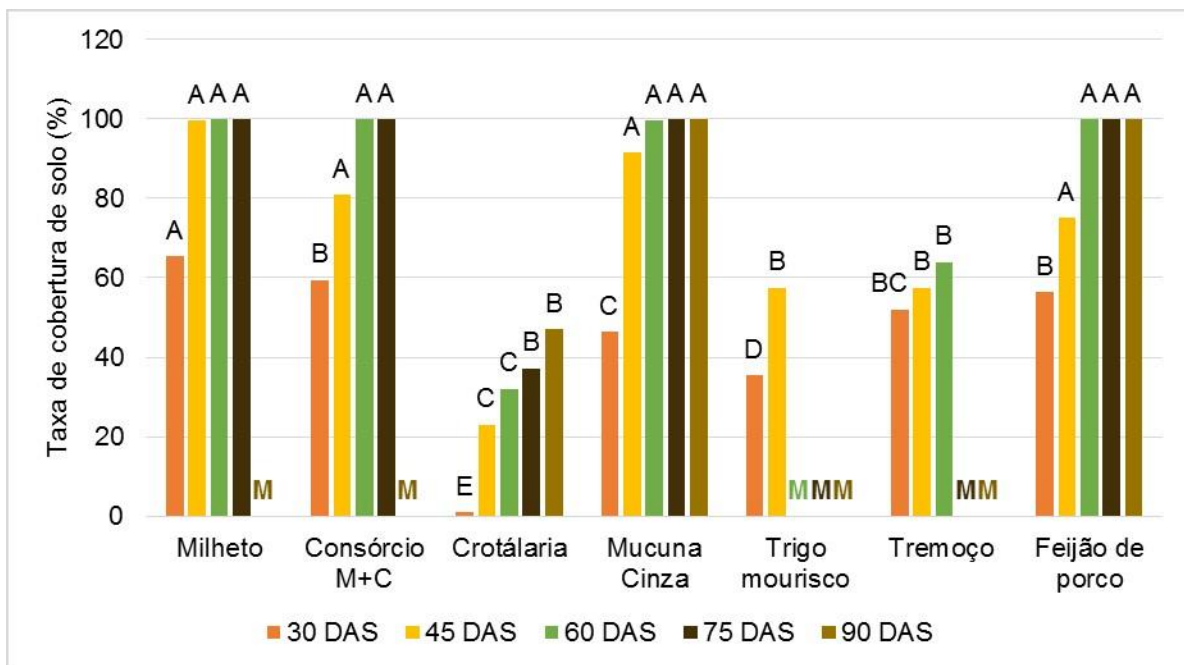
153 **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

154 Na primeira avaliação, 30 dias após a semeadura (DAS) o milho se sobressaiu em
 155 relação as demais espécies na taxa de cobertura do solo (65,5%) (Figura 2). Esse resultado
 156 corrobora com os obtidos por ALGERI et al. (2018), que obtiveram aos 30 DAS
 157 aproximadamente 60% de cobertura de solo com a cultura de milho. Conforme BENSEN et
 158 al. (2018) quanto mais rápido ocorrer o desenvolvimento da planta, mais cedo está cobrirá o
 159 solo, potencializando assim os benefícios proporcionados pela utilização das plantas de
 160 cobertura de solo.

161

162 Figura 2: Taxa de cobertura de solo de diferentes plantas de cobertura e consórcio durante seu
 163 ciclo de desenvolvimento. São Borja, RS, 2022.

164 *Figure 2: Ground cover rate of different cover crops throughout their development cycle. São*
 165 *Borja, RS, 2022.*



166

167 *Barras de mesma coloração, com letras maiúsculas distintas, diferem entre si pelo teste de Tukey ($\alpha=0,05$).

168 **Letra M colorida em substituição a barra, indica que o tratamento atingiu plena floração e foi manejado (roçado),
 169 nos respectivos DAS em que aparece pela primeira vez.

170

171 Dos 45 DAS até o momento de manejo da cultura o milho, o consórcio, o feijão-de-
172 porco e a mucuna-cinza foram as mais eficientes, atingindo 100% de cobertura do solo aos 60
173 DAS. ANDRADE et al. (2022) obtiveram em seu experimento 100% de cobertura de solo por
174 feijão-de-porco e mucuna-cinza apenas aos 80 DAS, e o milho atingiu neste mesmo período
175 91% de cobertura. ALGERI et al. (2018) obtiveram aos 37 DAS 100% de cobertura de solo por
176 milho e pelo consórcio de milho e crotalária. Logo os resultados obtidos nos tratamentos de
177 mucuna-cinza e feijão-de-porco são superiores aos autores citados e semelhantes para consórcio
178 e milho, mostrando-se, assim, excelentes opções de cobertura de solo na entressafra milho-
179 trigo no RS.

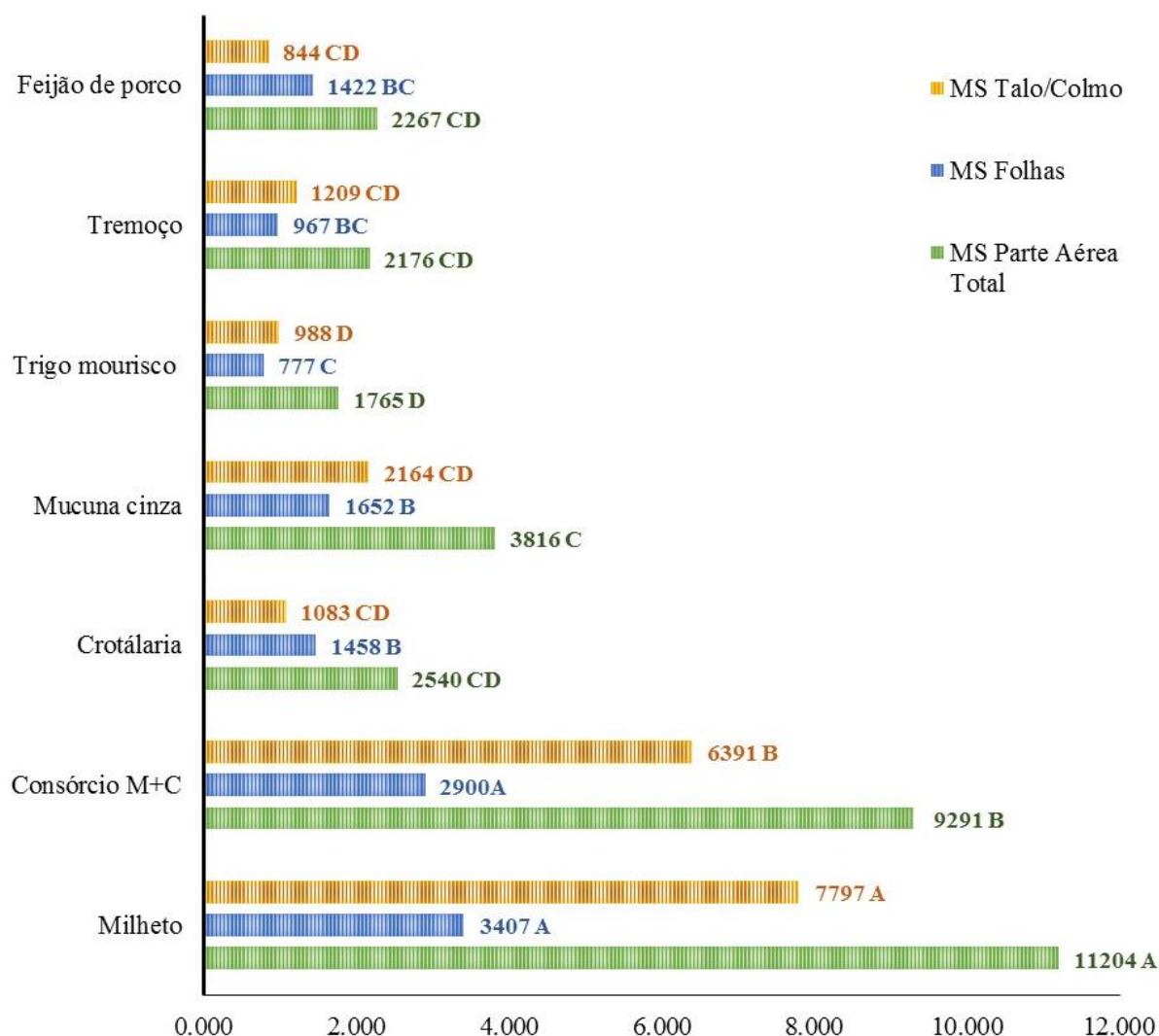
180 O tremoço apresentou taxa de cobertura de solo média de 52, 57 e 64, para 30, 45 e 60
181 DAS, respectivamente, em relação as demais culturas, sendo seguido pelo trigo-mourisco que
182 atingiu plena floração aos 58 dias DAS, sendo então manejado. Os resultados obtidos são
183 similares para a cultura de trigo-mourisco e superiores para tremoço com base nos resultados
184 encontrados por ZIECH et al. (2015), que obtiveram aos 42 DAS 55% de cobertura de solo no
185 cultivo de trigo-mourisco, e 48% de cobertura para o tremoço. A crotalária foi a menos eficiente
186 para cobertura de solo na entressafra, corroborando com os dados de ALGERI et al. (2018) que
187 obtiveram menor percentual de cobertura do solo por crotalária em comparação com braquiária,
188 milho e diferentes consórcios. Possuindo porte arbustivo, com crescimento ereto, a crotalária
189 apresentou no momento de manejo apenas 0,60 m de altura, deste modo, sugere-se o cultivo
190 com espaçamento inferior aos 0,45m utilizado no presente estudo, tanto para crotalária, quanto
191 trigo-mourisco, que possui rápido desenvolvimento, ou a composição de consórcios. A
192 cobertura de solo proporcionada pelo dossel vegetal é influenciada por diversos fatores,
193 sobretudo pela espécie e hábito de crescimento (WOLSCHICK et al. 2016). No entanto, a
194 eficiência de cobertura do solo irá influenciar diretamente na fitossociologia de plantas
195 espontâneas presentes na área (Tabela 4).

196 O milho foi significativamente mais produtivo para matéria seca total que as demais
197 culturas, alcançando uma produção de 11,2 Mg. ha⁻¹ (Figura 3). Esta produção foi superior aos
198 8,5 Mg. ha⁻¹ e 9,1 Mg. ha⁻¹, encontrados nos anos de 2018 e 2019, respectivamente, por LINK
199 (2020) e 8,5 Mg. ha⁻¹ obtidos por BERTOLINO et al. (2021). Entretanto, a produção foi inferior
200 ao encontrado por REDIN et al. (2018) que obtiveram 22,5 Mg. ha⁻¹, ao utilizarem 0,20 m de
201 espaçamento entre linhas, deste modo a produção do presente experimento foi inferior devido
202 a utilização de maior espaçamento entre linhas (0,45m).

203

204 Figura 3: Produção de matéria seca de diferentes culturas de cobertura de solo. São Borja, RS,
205 2022.

206 *Figure 3: Dry matter production of different ground cover crops. São Borja, RS, 2022.*



207
208 *Barras de mesma coloração, com médias seguidas de letras maiúsculas distintas, diferem entre si pelo teste de
209 Tukey ($\alpha=0,05$).

210
211 O consórcio de milho + crotalaria produziu 9,3 Mg.ha⁻¹ de matéria seca total, sendo o
212 segundo mais produtivo. O déficit hídrico ocorrido no início do ciclo prejudicou o
213 estabelecimento do tratamento, alterando a proporção de milho/crotalaria de 50:50 para 75:25,
214 logo, o milho suprimiu o desenvolvimento da crotalaria. Esse comportamento já foi relatado
215 por DELAZERI et al. (2020) ao avaliar diferentes proporções do consórcio milho/crotalaria,
216 qual ressalta que a proporção ideal para um aporte equilibrado de material vegetal, ciclagem de
217 nutrientes, entre outros benefícios ao agroecossistema é 50:50%. A produção obtida no presente
218 estudo foi superior aos 8,9 Mg.ha⁻¹ obtido por DELAZERI et al. (2020) e aos 5,3 Mg.ha⁻¹ obtido

219 por BERTOLINO et al. (2021) em consórcio de proporção 80:20. Os resultados demonstram o
220 fácil estabelecimento do milho e o alto potencial de produção de matéria seca, mesmo em
221 sistema consorciado.

222 Conforme HASKEL et al. (2020) espécies de Fabaceae (leguminosas) estivais de
223 primavera/verão, reduzem mais de 90% da sua produção de matéria seca quando semeadas em
224 março, na região sul do Brasil, devido as condições climáticas não serem as ideais para o
225 desenvolvimento dessas culturas, este ressalta que o período de novembro até primeira quinzena
226 de dezembro é o momento ideal de semeadura das culturas de verão, qual possibilita a expressão
227 do maior potencial produtivo. Deste modo, as comparações entre as produções das fabaceas
228 estivais serão realizadas com dados de cultivo de mesma época. A mucuna-cinza apresentou
229 produção média de 3,8 Mg.ha⁻¹ de biomassa seca, sendo esta superior aos 3,3 Mg.ha⁻¹ obtidos
230 por HASKEL et al. (2020). Estes autores obtiveram 1,1 Mg.ha⁻¹ e também 1,1 Mg.ha⁻¹ para
231 crotalária e feijão-de-porco, respectivamente. Logo, as médias de crotalária 2,5±0,5 Mg.ha⁻¹ e
232 feijão-de-porco 2,3±0,4 Mg.ha⁻¹ do presente estudo são superiores às encontradas por Haskel et
233 al. (2020).

234 O trigo-mourisco produziu somente 1,8 Mg.ha⁻¹, inferior a obtida por NETO &
235 CAMPOS (2017) que foi superior a 2 Mg.ha⁻¹. LINK (2020) obteve 5,1 Mg.ha⁻¹ em 2018 e 4,8
236 Mg.ha⁻¹ em 2019, e TOMAZI et al. (2021) que obtiveram 3,9 Mg.ha⁻¹. A maior produção
237 obtidas por estes autores está relacionada aos espaçamentos utilizados, sendo 0,18m, 0,34m e
238 0,20m, respectivamente, enquanto, no presente estudo foi 0,45m. O rápido desenvolvimento da
239 cultura, qual atingiu plena floração aos 58 dias após semeadura, facilita a sua inserção nos
240 períodos entressafras, sendo que para a obtenção de maiores teores de matéria seca é necessário
241 a redução do espaçamento de semeadura. O tremoço, uma cultura hibernal, possibilitou um
242 aporte de 2,1 Mg.ha⁻¹ 60 dias após a semeadura, não diferindo estatisticamente da crotalária,
243 trigo-mourisco, mucuna-cinza e feijão-de-porco. A produção foi superior a encontrada por
244 SALLES et al. (2022) que obteve 1,1 Mg.ha⁻¹ em cultivo com mesma idade de manejo. A
245 produção obtida foi inferior a encontrada por ZIECH et al. (2015) obtiveram 3,0 Mg.ha⁻¹ em
246 2010 e 2,7 Mg.ha⁻¹ em 2011 e REDIN et al. (2018), que obtiveram 5,5 Mg.ha⁻¹, estes autores
247 realizaram o cultivo no período indicado para a cultura, logo, a antecipação da semeadura
248 resulta na redução do aporte de biomassa seca.

249 Conforme HASKEL et al. (2020), o aporte de matéria seca de plantas, sobretudo de
250 cobertura de solo está relacionado as condições climáticas em que as culturas se desenvolvem,
251 explicando assim a alteração na biomassa aportados ao sistema. Apesar disto, a utilização destas
252 culturas no período entressafra é benéfico pois irá resultar em maior aporte de matéria seca

253 anual na área, mantendo a área permanentemente coberta, reduzindo conseqüentemente, a
 254 erosão do solo, realiza a ciclagem de nutrientes, gerando economia de fertilizantes, diversifica
 255 do sistema produtivo SPD (DENARDIN et al. 2019; REIS & BORSOI et al. 2021).

256 As culturas apresentaram desempenho semelhante entre a sua produção de biomassa
 257 seca folha e a sua produção de caule/colmos. O milheto (3,4 Mg.ha⁻¹) e o consórcio de milheto
 258 + crotalária (2,9 Mg.ha⁻¹), se sobressaíram entre os demais tratamentos em relação a produção
 259 de matéria seca foliar, estes foram seguidos pela mucuna-cinza, crotalária, feijão-de-porco,
 260 tremoço e trigo-mourisco, com as seguintes médias 1,6, 1,4, 1,4, 0,9 e 0,7 Mg.ha⁻¹,
 261 respectivamente (Tabela 2).

262
 263 Tabela 2: Comparação entre a relação de aporte de matéria seca entre folhas e talos/colmos de
 264 diferentes plantas de cobertura de solo e consórcio em período entressafra com dados
 265 encontrados na literatura. São Borja, RS, 2022.

266 *Table 2: Comparison between the dry matter input ratio between leaves and stems of different*
 267 *ground cover and intercropping plants in the off-season with data found in the literature. São*
 268 *Borja, RS, 2022.*

Culturas e consórcio	Relação F/C do experimento		Relação F/C da literatura		Referência
	Folhas (%)	Talo/ Colmo (%)	Folhas (%)	Talo/ Colmo (%)	
Milheto	30,1 ± 4,4	69,8 ± 4,4	32 ± 4,1	68 ± 2,5	(REDIN et al. 2014)
Milheto + crotalária	31,8 ± 5,9	68,1 ± 5,9	31,5	68,5	REDIN et al. (2014)
Crotalária	57,4 ± 5,5	42,5 ± 5,5	30 ± 3,1	70 ± 3,1	(REDIN et al. 2014)
Mucuna-cinza	42,5 ± 5,3	57,0 ± 5,3	42 ± 3,6	58 ± 2,9	(REDIN et al. 2014)
Trigo-mourisco	43,6 ± 3,6	56,3 ± 3,6	35,2	64,7	(AUBERT et al. 2021)
Tremoço	44,5 ± 3,2	55,4 ± 3,2	51 ± 3,7	49 ± 4,1	(REDIN et al. 2014)
Feijão-de-porco	62,5 ± 5,5	37,4 ± 5,5	72 ± 4,9	28 ± 3,8	(REDIN et al. 2014)

269
 270 Quanto a produção de matéria seca de talo/colmo o milheto produziu 7,797 Mg.ha⁻¹,
 271 destacando-se novamente com significativo acúmulo de biomassa seca. Este foi seguido pelo
 272 consórcio milheto + crotalária, mucuna-cinza, tremoço, crotalária, feijão-de-porco e trigo-
 273 mourisco que apresentaram as seguintes médias produtivas: 6,3, 2,1, 1,2, 1,0, 0,8 e 0,9 Mg.ha⁻¹,
 274 respectivamente. Portanto, a produção de matéria seca pelo caule/colmo foi superior nas
 275 culturas analisadas, exceto feijão-de-porco e crotalária, como podemos observar na tabela 2. As
 276 culturas apresentaram proporção similar ao encontrado na literatura, exceto a crotalária, que no
 277 presente estudo apresentou maior percentual de folhas (57,43%), assim, sugere-se que este
 278 resultado esteja ligado a menor estatura apresentada pelas plantas, resultando em menor
 279 desenvolvimento do caule, logo menor aporte de biomassa.

280 A ciclagem de nutrientes é um dos importantes benefícios das plantas de cobertura de
 281 solo. Conforme VIOLA et al. (2013) ao avaliarem diferentes adubos verdes na entressafra
 282 milho-trigo concluíram que esta prática resulta em menores custos com fertilizantes químicos
 283 e menor impacto ambiental. Deste modo, a partir da produção de matéria seca, estimou-se o
 284 acúmulo de carbono, de nutrientes e a relação C/N, mostrando diferenças entre espécies e ou
 285 consórcio (Tabela 3).

286
 287 Tabela 3: Relação C:N e acúmulo estimado de nutrientes na matéria seca de diferentes plantas
 288 de cobertura de solo, São Borja, RS, 2022.

289 *Table 3: C:N ratio and estimated accumulation of nutrients in dry matter of different ground*
 290 *cover plants, São Borja, RS, 2022.*

Culturas/ Consórcio	Relação C:N	N (Kg.ha ⁻¹)	P (Kg.ha ⁻¹)	K (Kg.ha ⁻¹)
Milheto	45	115,3 ± 14,4 B	14 ± 1,7 A	145,6 ± 18,2 A
Milheto + Crotalária	26	164,9 ± 46,7A	14,3 ± 4,0 A	111,4 ± 31,6 B
Crotalária	20	61,6 ± 11,7 C	4,6 ± 0,8 BC	36,8 ± 7 CD
Mucuna-cinza	15	119,8 ± 18,2 B	6,9 ± 1,0 B	57,5 ± 8,7 C
Trigo-mourisco	35	17,9 ± 3,0 D	4,3 ± 0,7 C	34,4 ± 5,8 D
Tremoço	16	63,0 ± 6,4 C	5,3 ± 0,5 BC	119,8 ± 12,2 B
Feijão-de-porco	12	92,2 ± 16,4 BC	2,9 ± 0,5 C	21,2 ± 3,7 D

Culturas/ Consórcio	Ca (Kg.ha ⁻¹)	Mg (Kg.ha ⁻¹)	S (Kg.ha ⁻¹)	C (Kg.ha ⁻¹)
Milheto	58,4 ± 7,3 A	24,5 ± 3,0 A	20,9 ± 2,6 A	5153,4 ± 645,1 A
Milheto + Crotalária	49,4 ± 14 B	22,9 ± 6,5 AB	11,6 ± 3,2 B	4327,2 ± 1227B
Crotalária	14,2 ± 2,7 DE	8,3 ± 1,5 C	2,1 ± 0,4 D	1225,7 ± 233,3CD
Mucuna-cinza	20,7 ± 3,1 D	6,6 ± 1 C	10,6 ± 1,6 BC	1831,7 ± 278,4 C
Trigo-mourisco	11,3 ± 1,9 E	5,2 ± 0,8 C	1,6 ± 0,2 D	628 ± 107,1 D
Tremoço	37,4 ± 3,8 C	19,2 ± 1,9 B	8,11 ± 0,8 C	1029 ± 105,1 C
Feijão-de-porco	9,2 ± 1,6 E	8,5 ± 4,0 C	4,3 ± 0,7 D	1083,2 ± 192,8C

Médias seguidas por letras maiúsculas diferentes, na coluna para cada nutriente e carbono, diferem entre si pelo teste de Tukey ($\alpha=0,05$).

291
 292 O consórcio apresentou relação C/N intermediária aos cultivos solteiros, se destacando
 293 pela superioridade no acúmulo de nitrogênio (164,9 kg.ha⁻¹). Por outro lado, o cultivo solteiro
 294 de milho acumulou apenas 115,4 kg.ha⁻¹ e a crotalária 61,7 kg.ha⁻¹, corroborando, com os

295 resultados de DELAZERI et al. (2020) que obtiveram no consórcio de mesma proporção 172,2
296 kg.ha⁻¹, enquanto que no milho solteiro 114,1 kg.ha⁻¹ e na crotalária 95, kg.ha⁻¹. Portanto, o
297 consórcio permite maior acúmulo de N que os cultivos solteiros de milho e crotalária. Em
298 relação ao K, Ca, S e C apresentou menor acúmulo, sendo, 111,4, 49,4, 11,6 e 4327,2 Kg.ha⁻¹,
299 respectivamente, quando comparado ao cultivo solteiro de milho, mas superior ao cultivo de
300 crotalária solteiro, proporcionando, que a palhada formada permaneça sobre o solo por maior
301 período de tempo que o cultivo de crotalária. De acordo com DELAZERI et al. (2020) a taxa
302 de meia vida da palhada (decomposição) do cultivo de crotalária solteiro é de 42 dias, o milho
303 e o consórcio 25% crotalária e 75% milho é de 73 dias. Logo, o solo permanece protegido
304 pela cobertura morta por maior período de tempo, tendo ainda uma liberação mais longa dos
305 nutrientes, sendo desta forma absorvidos ao longo do desenvolvimento da cultura subsequente.
306 A mucuna-cinza apresentou acúmulo de 119,81 kg.ha⁻¹ de N, não diferindo do feijão-de-porco
307 que acumulou 92,23 kg.ha⁻¹, estes são quantidades expressivas, mas inferiores aos 159,6 kg.ha⁻¹
308 encontrados por AMBROSANO et al. (2017) e 180 kg.ha⁻¹ de N encontrados por REDIN et
309 al. (2018) para a cultura da mucuna-cinza, e aos 135,46 kg.ha⁻¹ de N no cultivo de feijão-de-
310 porco realizado por SCAVAZZA et al. (2018).

311 A introdução de plantas de cobertura pós milho/soja antecedendo as culturas hibernais,
312 além de protegerem o solo disponibilizam nutrientes para a cultura subsequente, permitindo a
313 redução do uso de fertilizantes, em especial os nitrogenados, tornando assim a agricultura mais
314 sustentável ambientalmente e economicamente (ZANUNCIO et al. 2022). Conforme
315 BERTOLINI et al. (2019) as Fabaceae apresentam se mais eficientes na liberação de N, P e K
316 quando comparado às Poaceae, estando relacionado a menor relação C/N, logo disponibiliza
317 rapidamente os nutrientes contidos em sua biomassa seca. Ao avaliar o potencial de utilização
318 de adubos verdes no período entressafra milho-trigo VIOLA et al. (2013) constatou que se trata
319 de um manejo viável e beneficia a cultura do trigo, dentre as culturas hibernais analisadas o
320 nabo forrageiro e a ervilha forrageira demonstraram a melhor dinâmica de liberação de
321 nutrientes, coincidindo com o momento de maior demanda pela cultura do trigo (afilhamento e
322 enchimento de grãos).

323 O consórcio se igualou ao cultivo solteiro de milho no acúmulo de P e Mg, e foi
324 inferior a este para o acúmulo de K, Ca, S e C. DELAZERI et al. (2020), obtiveram 11,70 kg.ha⁻¹
325 ¹, 5,30 kg.ha⁻¹ e 13,71 kg.ha⁻¹ de acúmulo de P, 91,64 kg.ha⁻¹, 25,36 kg.ha⁻¹ e 108,45 kg.ha⁻¹ de
326 acúmulo de K e 11,68 kg.ha⁻¹, 4,89 kg.ha⁻¹ e 11,04 kg.ha⁻¹ de acúmulo de S para milho,
327 crotalária e consórcio, respectivamente. Logo, os acúmulos obtidos no presente trabalho são
328 superiores aos encontrados pelos autores, exceto para P e S no cultivo de crotalária.

329 SCAVAZZA et al. (2018) obtiveram para milho e crotalaria os seguintes acúmulos 42,41
330 kg.ha⁻¹ e 17,53 kg.ha⁻¹ de Ca, 17,79 kg.ha⁻¹ e 10,30 kg.ha⁻¹ de Mg, respectivamente. Valores estes
331 inferiores aos encontrados no presente estudo, exceto para o acúmulo de Mg pela crotalaria.
332 Portanto, os dados demonstram potencial de viabilidade para utilização no período entressafra,
333 visando a ciclagem de nutrientes. O consórcio não diferiu do tremoço no acúmulo de K e Mg,
334 e da mucuna-cinza para acúmulo de S. Ao analisar o tremoço BRICHI (2018), obteve um
335 acúmulo de apenas 5,83 kg.ha⁻¹ de Mg e 17,65 kg.ha⁻¹ de K e AKER & DOS PASSOS (2018)
336 obtiveram 11,8 kg.ha⁻¹ de acúmulo de S, logo os resultados obtidos no presente estudo são
337 superiores aos resultados obtidos pelos autores citados. O trigo-mourisco foi a cultura que
338 apresentou os menores acúmulos de N, P, Ca, Mg, S e C, sendo estes inferiores aos 68,83 kg.ha⁻¹
339 ¹ de N, 16,67 kg.ha⁻¹ de P, 132,50 kg.ha⁻¹ de K, 43,67 kg.ha⁻¹ de Ca, 20,17 kg.ha⁻¹ de Mg e 6,50
340 kg.ha⁻¹ de S em 6,78 Mg. ha⁻¹ de biomassa seca obtidos no estudo de PEREIRA et al. (2017).
341 O nível inferior de acúmulo de nutrientes está diretamente relacionado a menor produção de
342 matéria seca produzida pelas plantas.

343 Os solos são o principal compartimento de armazenamento de C, este contribui com a
344 regulação do ciclo do carbono, já que a forma de manejo do solo pode propiciar o acúmulo ou
345 a emissão deste elemento (OLSON et al. 2014; VALENZUELA & VISCONTI, 2018). Locais
346 de clima quente, como no Brasil, o solo possui maior capacidade de decompor, mineralizar e
347 humificar a matéria orgânica do solo, caso ocorra aporte de material orgânico suficientemente
348 alto e de forma contínua, aumenta, conseqüentemente, o teor de matéria orgânica do solo, sendo
349 um importante sumidouro de carbono atmosférico (VANEZUELA & VISCONTI 2018). Esta
350 capacidade de estocar C se deve a matéria orgânica do solo ser formada por 52-58% de C
351 (AMENDOLA 2017). Logo, quanto mais carbono adicionado via resíduos culturais, maior e a
352 probabilidade de adição de matéria orgânica ao solo. Quando não ocorre o aporte de material
353 orgânico de forma adequada o teor de matéria orgânica é reduzido no solo, similar ao que ocorre
354 no cultivo convencional com preparo de solo (CAMPOS et al. 2013; MELO et al. 2016). A
355 matéria orgânica do solo exerce influência nos atributos físicos, químicos e biológicos presentes
356 no solo, refletindo na maior estabilidade produtiva. O incremento desta pode ser realizado por
357 meio da adoção do sistema plantio direto, rotação de culturas, utilização de plantas de cobertura,
358 integração lavoura pecuária entre outras práticas (COSTA et al. 2013).

359 A maior diversidade de plantas espontâneas foi constatada no cultivo de crotalaria e no
360 pousio, sendo que nas duas foi observada a incidência de 21 espécies de invasoras, das quais as
361 mais abundantes no cultivo de crotalaria foram *Fimbristylis miliacea* (31 plantas), *Richardia*
362 *brasiliensis* (28) *Oxalis corniculata* (15) *Lolium multiflorum* (10) e no pousio foram *Lolium*

363 *multiflorum* (42), *Oxalis latifolia* (31) *Sonchus oleraceus* (11) *Oxalis corniculata* (10)
 364 *Richardia brasiliensis* (9) (Tabela 4).

365
 366 Tabela 4: Levantamento fitossociológico no manejo de diferentes plantas de cobertura de solo.
 367 São Borja, RS, 2022.

368 Table 4: Phytosociological survey in the management of different ground cover plants. São
 369 Borja, RS, 2022.

Plantas espontâneas	Milheto	Consórcio	Crotalária	Mucuna-cinza	Trigo-mourisco	Tremoço	Feijão-de-porco	Pousio
<i>Amaranthus deflexus</i>	-	-	1	-	-	2	-	2
<i>Cyclosporum leptophyllum</i>	-	-	-	-	-	3	-	-
<i>Cyperus difformis</i>	-	-	7	-	-	-	-	7
<i>Cyperus iria</i>	-	-	5	-	-	-	-	3
<i>Cyperus esculentus</i>	-	-	-	-	-	-	-	2
<i>Cyperus spp.</i>	-	-	2	-	4	4	-	1
<i>Commelina benghalensis</i>	-	-	1	-	-	-	-	2
<i>Conyza canadensis</i>	-	-	4	-	-	-	-	3
<i>Echinochloa colonum</i>	-	-	1	-	-	-	-	2
<i>Echium plantagineum</i>	-	-	-	-	-	-	-	2
<i>Eleusine indica</i>	-	-	1	-	-	2	1	-
<i>Erechtites hieraciifolius</i>	-	-	-	-	-	-	-	1
<i>Euphorbia heterophylla</i>	-	-	1	-	-	-	-	-
<i>Fimbristylis miliacea</i>	-	-	36	-	-	15	-	-
<i>Ipomea triloba</i>	-	-	-	-	-	-	-	1
<i>Lolium multiflorum</i>	-	-	10	-	-	10	53	42
<i>Malvastrum coromandelianum</i>	-	-	8	-	2	1	3	-
<i>Oxalis corniculata</i>	-	-	15	-	-	17	6	10
<i>Oxalis latifolia</i>	-	-	-	-	-	-	-	31
<i>Parthenium hysterophorus</i>	-	-	9	-	-	-	-	-
<i>Phyllanthus tenellus</i>	-	-	-	-	-	-	1	-
<i>Portulaca oleraceae</i>	-	-	3	-	4	2	-	-
<i>Richardia brasiliensis</i>	-	-	28	1	20	18	6	9
<i>Senecio brasiliensis</i>	-	-	1	-	-	-	-	1
<i>Senna obtusifolia</i>	-	-	2	-	-	-	-	1

<i>Solanum</i>	-	-	4	-	-	-	-	3
<i>sisymbriifolium</i>	-	-	-	-	-	-	-	11
<i>Sonchus</i>	-	-	-	-	-	-	-	11
<i>oleraceus</i>	-	-	13	-	-	-	-	7
<i>Stemodia</i>	-	-	13	-	-	-	-	7
<i>verticillata</i>	-	-	1	1	1	-	-	6
<i>Zae mays</i>	-	-	1	1	1	-	-	6
(Tiguera)								

370

371 No feijão-de-porco houve baixa diversidade, entretanto, foi o cultivo que demonstrou a
372 maior abundância de *Lolium multiflorum* (53). SILVA et al. (2018) ao cultivarem *Crotalaria*
373 *spectabilis* em Roraima observaram que a mesma foi mais eficiente na redução da densidade
374 de plantas espontâneas que *Crotalaria ochroleuca* e *Cajanus cajan*. Supõe-se que abaixa
375 eficiência da crotalária, constatada no presente estudo, esteja relacionada a redução de produção
376 de matéria seca devido ao plantio tardio da cultura estival. Portanto a crotalária é uma planta
377 eficiente na supressão de plantas espontâneas desde que cultivada na primavera/verão, período
378 mais adequado para o desenvolvimento satisfatório da cultura.

379 As plantas espontâneas interferem negativamente nas culturas de interesse econômico,
380 suprimindo o crescimento e desenvolvimento destas, podendo gerar perdas, em nível mundial
381 em torno de 34% da produção. A utilização de plantas de cobertura é um dos métodos de reduzir
382 o desenvolvimento e a produção de sementes por plantas espontâneas, reduzindo deste modo,
383 o banco de sementes presente no solo, conseqüentemente, irá ocorrer menor incidência de
384 plantas espontâneas nos cultivos de interesse econômico resultando em menor custo de controle
385 (BORGES et al. 2014; JABRAN et al. 2015; LAMEGO et al. 2015). Tanto a cobertura morta
386 quanto a cobertura viva são importantes para o manejo das plantas espontâneas. A utilização de
387 plantas de cobertura de solo é eficiente para a supressão das plantas espontâneas, entretanto, a
388 eficiência é variável de acordo com a espécie de cobertura que está sendo utilizada (LAMEGO
389 et al. 2015).

390 Conforme LIMA et al. (2014) plantas de cobertura com porte ereto, como o caso da
391 crotalária, feijão-de-porco, tremoço e trigo-mourisco apresentam maior incidência de plantas
392 espontâneas devido seu hábito de crescimento favorecer a maior incidência de luz solar nas
393 entrelinhas da cultura. Logo, para um recobrimento rápido do solo é necessário ajustar o
394 espaçamento entrelinhas e/ou optar por consórcios. O milho e o consórcio foram capazes de
395 suprimir 100% das plantas espontâneas, juntamente com a mucuna-cinza, na qual apenas se
396 constatou uma planta de *Richardia brasiliensis*, foram as mais eficientes no controle das plantas
397 espontâneas.

398 Outro fator que contribui para a supressão de plantas espontâneas é a capacidade de
399 produção de compostos alelopáticos que algumas plantas de cobertura possuem, contribuindo
400 assim para a inibição da germinação de plantas espontâneas (ARRUDA et al. 2022). Na parte
401 aérea do feijão-de-porco apresenta uma grande gama de metabólitos secundários desde ácidos
402 fenólicos (ácido clorogênico, ácido ferúlico e ácido cafeico), flavonoides (Kaempferol,
403 naringina e rutina) e ácidos carboxílicos (ácido cítrico, ácido malônico e ácido aspártico)
404 podendo estes estarem ligados ao potencial alelopático que a cultura apresenta, a mesma
405 interferiu negativamente na germinação de *Lactuca sativa*, *Portulaca oleraceae*, *Digitaria*
406 *insularis* e *Emilia coccínea* (PEREIRA et al. 2018). O milho, por sua vez, apresenta 20
407 compostos fenólicos sendo o ácido ferúlico o predominante (XIANG et al. 2019). A *Mucuna*
408 *pruriens* produz o composto fitotóxico L-3,4-dihidroxifenilalanina (L-DOPA) que é precursor
409 de uma série de alcaloides, catecolaminas e melanina quais são liberadas ao solo, inibindo o
410 crescimento de plantas próximas (SOARES et al. 2014). Conforme IBRAHIM et al. (2021) a
411 *Mucuna cochinchinensis* é capaz de suprimir a germinação e o crescimento radicular de *Lactuca*
412 *sativa* e *Oriza sativa*. Portanto, conhecer os metabólitos secundários de cada cultura, bem como,
413 a fitossociologia da área é fundamental para a escolha adequada da planta de cobertura que será
414 implantada, afim de obter o melhor controle de plantas espontâneas e não afetar a cultura de
415 importância econômica que será posteriormente implantada na área.

416

417 **CONCLUSÕES**

418 As culturas do milho, consórcio de milho + crotalária, mucuna-cinza e feijão-de-
419 porco apresentam maior eficiência de cobertura do solo no período de entre safra milho-trigo
420 no RS.

421 O milho (9291 kg.ha⁻¹) e consórcio (11204 kg.ha⁻¹) apresentam maior produção de
422 matéria seca, sendo que o consórcio apresenta maior acúmulo de N, apresentando relação C/N
423 intermediária (26) e satisfatórios níveis de nutrientes na biomassa.

424 O milho, o consórcio e a mucuna-cinza, são as culturas mais eficientes para a
425 supressão de plantas espontâneas.

426 Devido ao baixo desempenho da crotalária, seu cultivo solteiro não é recomendado para
427 o período entressafra milho-trigo no RS.

428 Com base no baixo desempenho da crotalária e do trigo-mourisco, sob espaçamento de
429 0,45 cm, não se recomenda o cultivo solteiro de ambas as culturas para o período entressafra
430 milho-trigo no RS. Sugere-se que estas sejam implantadas sob espaçamento inferior.

431

432 **REFERÊNCIAS**

- 433 ADAMI PF et al. 2020 Plantas de cobertura nas entressafras soja-trigo e soja-soja. Brazilian
434 Journal of Development 6, n. 3: 16551-16567.
- 435 AKER AM; PASSOS AMAD 2018. Performance de plantas leguminosas para sistema plantio
436 direto na região amazônica. Enciclopedia Biosfera 15: 804-814.
- 437 ALGERI A et al. 2018. Produção de biomassa e cobertura do solo por milheto, braquiária e
438 crotalária cultivados em cultura pura e consorciados. Global Science and Technology
439 11:112-125.
- 440 AMBROSANO EJ et al. 2016. Caracterização de cultivares de mucuna quanto a produtividade
441 de fitomassa, extração de nutrientes e seus efeitos nos atributos do solo. Cadernos de
442 Agroecologia 11: 0-10
- 443 AMENDOLA DF. 2017. Caracterização da matéria orgânica do solo e sua influência nas
444 propriedades físico-químicas no sistema Latossolo-Gleissolo. Dissertação (Mestrado em
445 geociências e meio ambiente). Rio Claro: UNESP. 102p.
- 446 ANDRADE RA et al. 2022. Taxas de cobertura e decomposição de adubos verdes na Amazônia
447 Sul Ocidental. Revista em Agronegócio e Meio Ambiente 15: 1-15.
- 448 ARRUDA AGMD et al. 2022. Alelopatia de milheto e crotalária na germinação de sementes
449 de alface: Allelopathy of millet and crotalaria in lettuce seed germination. Revista Ciência,
450 Tecnologia & Ambiente 12: 1-8.
- 451 AUBERT L et al. 2021. Different drought resistance mechanisms between two buckwheat
452 species *Fagopyrum esculentum* and *Fagopyrum tataricum*. *Physiologia Plantarum* 172: 577-
453 586.
- 454 BARBIERI M et al. 2019. Ensaio sobre a bioatividade do solo sob plantio direto em sucessão
455 e rotação de culturas de inverno e verão. Revista de Ciências Agrárias 42: 122-134.
- 456 BARROS DLD et al. 2013. Plantas de cobertura e seus efeitos na cultura em
457 sucessão. Bioscience Journal 29: 308-318.
- 458 BERTOLINI A et al. 2019. Cobertura de solo e taxa de ciclagem de nutrientes em plantas de
459 cobertura de verão no Oeste de Santa Catarina. Unoesc & Ciência-ACET 10: 83-92.
- 460 BERTOLINO KM et al. 2021. Desempenho de crotalária consorciada com milheto na produção
461 de biomassa. ForScience 9: e00895-e00895.
- 462 BESEN MR et al. 2018. Práticas conservacionistas do solo e emissão de gases do efeito estufa
463 no Brasil. Scientia Agropecuária 9: 429-439.
- 464 BRICHI L. 2018. Minitomateiro consorciado com adubos verdes fertirrigados com efluente
465 tratado de laticínio. Dissertação (Engenharia de sistemas agrícolas). Piracicaba:
466 Universidade de São Paulo. 105p.
- 467 BORGES WLB et al. 2014. Supressão de plantas daninhas utilizando plantas de cobertura do
468 solo. Planta daninha 32: 755-763.
- 469 COSTA E et al. 2013. Matéria orgânica do solo e o seu papel na manutenção e produtividade
470 dos sistemas agrícolas. Enciclopédia biosfera 9: 1842-1860.
- 471 CAMPOS LP et al. 2013. Estoques e frações de carbono orgânico em Latossolo Amarelo
472 submetido a diferentes sistemas de manejo. Pesquisa Agropecuária Brasileira 48: 304-312.
- 473 DELAZERI JVS et al. 2020. Desempenho agrônômico de milheto e crotalária cultivados em
474 sistemas solteiro e consorciado. Ciencia del suelo 38:212-223.
- 475 DENARDIN JE et al. 2019. Converter plantio direto em Sistema Plantio Direto- um modelo à
476 sustentabilidade agrícola. *In: Embrapa Trigo-Artigo em anais de congresso (ALICE), Passo*
477 *Fundo. Solos e nutrição vegetal. 568-572p.*
- 478 DINIZ APMJ et al. 2021. Atributos químicos do solo sob sistema plantio direto como indicador
479 de sustentabilidade ambiental. Brazilian Journal of Development 7:3130-3152.
- 480 FORTE CT et al. 2018. Soil management systems and their effect on the weed seed
481 bank. Pesquisa Agropecuária Brasileira 53: 435-442.

482 IBRAHIM JA et al. 2021. Allelopathy of velvet bean (*mucuna cochinchinensis* (wight) burck)
483 exudates and its inhibitory effects on weedy rice (*Oryza sativa* L.). *Journal of Agriculture*
484 and *Agricultural Technology* 7: 27-35.

485 JABRAN K et al. 2015. Allelopathy for weed control in agricultural systems. *Crop protection*
486 72: 57-65.

487 LAMEGO FP et al. 2015. Potencial de supressão de plantas daninhas por plantas de cobertura
488 de verão. *Comunicata Scientiae* 6: 97-105.

489 LIMA SF et al. 2014. Fitossociologia de plantas daninhas em convivência com plantas de
490 cobertura. *Revista Caatinga* 27: 37-47.

491 LINK L. 2020. Plantas de cobertura de verão: crescimento e acúmulo de nutrientes, épocas de
492 dessecação e produtividade do trigo. 2020. Dissertação (Mestrado em agroecossistemas).
493 Dois Vizinhos: Universidade Tecnológica Federal do Paraná. 62p.

494 LORENZI, H. 2006. Manual de identificação de plantas daninhas: plantio direto e
495 convencional. Nova Odessa: Plantarum. 7 ed. 379p.

496 MELO GB et al. 2016. Estoques e frações da matéria orgânica do solo sob os sistemas plantio
497 direto e convencional de repolho. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 51: 1511-1519.

498 MINGOTTE FLC et al. 2021. Nitrogen accumulation and export by common bean as a
499 function of straw and n splitting in no-tillage system. *Revista Caatinga* v. 34: 108-118.

500 NETO FS & CAMPOS AC. 2017. Plantas de cobertura antecedendo a cultura do trigo. *Scientia*
501 *Agraria Paranaensis* 16: 463-467.

502 OLSON K et al. 2014. Long-term effects of cover crops on crop yields, soil organic carbon
503 stocks and sequestration. *Open Journal of Soil Science* 4:284-292.

504 PACHECO LP et al. 2017. Biomass yield in production systems of soybean sown in succession
505 to annual crops and cover crops. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 52: 582-591.

506 PEEL M et al. 2007. Updated world map of the Köppen-Geiger climate
507 classification. *Hydrology and earth system sciences* 11: 1633-1644.

508 PEREIRA JC et al. 2018. Potencial alelopático e identificação dos metabólitos secundários em
509 extratos de *Canavalia ensiformis* L. *Revista Ceres* 65:243-252.

510 REDIN M et al. 2014. How the chemical composition and heterogeneity of crop residue
511 mixtures decomposing at the soil surface affects C and N mineralization. *Soil biology and*
512 *biochemistry* 78:65-75.

513 REDIN M et al. 2018. Root and shoot contribution to carbon and nitrogen inputs in the topsoil
514 layer in no-tillage crop systems under subtropical conditions. *Revista Brasileira de Ciência*
515 *do Solo* 42: e0170355.

516 REIS GP & BORSOI A. 2020. Atributos físicos do solo, incidência de plantas daninhas e massa
517 seca de plantas de cobertura na entressafra da soja em Latossolo Vermelho. *Revista*
518 *Cultivando o Saber* 13: 69-76.

519 SCAVAZZA AL et al. 2018. Produção de fitomassa e extração de macronutrientes por plantas
520 de cobertura cultivadas na estação seca. *Nativa* 6:619-624.

521 SALLES RE et al. 2022. Manejo de plantas de cobertura de solo em produção hortícola familiar
522 em nova friburgo, RJ. *Nativa* 10: 54-59.

523 SALOMÃO PEA et al. 2020. A importância do sistema de plantio direto na palha para
524 reestruturação do solo e restauração da matéria orgânica. *Research, Society and*
525 *Development* 9: e154911870-e154911870.

526 SANTOS HG. et al.2018. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. Brasília-DF Embrapa.
527 5 ed. 356p.

528 SANTOS RA et al. 2018. Sistema de Plantio direto: conservação e manutenção da capacidade
529 produtiva dos solos do Cerrado Goiano. *Revista Sapiência: Sociedade, Saberes e Práticas*
530 *Educacionais (UEG)* 7: 230-255.

- 531 SILVA JMQ et al. 2018. Supressão de plantas espontâneas por adubos verdes em área de cultivo
532 orgânico. *Ambiente: Gestão e Desenvolvimento* 11: 137-149.
- 533 SILVA MA et al. 2021. Plantas de cobertura isoladas e em mix para a melhoria da qualidade do
534 solo e das culturas comerciais no Cerrado. *Research, Society and Development* 10:
535 e11101220008-e11101220008.
- 536 SOARES AR et al. 2014. The role of L-DOPA in plants. *Plant Signaling & Behavior* 9:
537 e28275.
- 538 SOUSA DC et al. 2019. Dry mass accumulation, nutrients and decomposition of cover
539 plants. *Journal of Agricultural Science* 11: 152-160.
- 540 TOMAZI CV et al. 2021. Produtividade e características agronômicas do trigo mourisco
541 (*Fagopyrum esculentum*) em função da aplicação de nitrogênio em cobertura. *Revista*
542 *Cultivando o Saber* 14:13-23.
- 543 VALENZUELA IG & VISCONTI EF. 2018. Influencia del clima, uso del suelo y profundidad
544 sobre el contenido de carbono orgánico en dos pisos altitudinales andinos del departamento
545 Norte de Santander, Colombia. *Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas* 12:233-243.
- 546 VIOLA R et al. 2013. Adubação verde e nitrogenada na cultura do trigo em plantio
547 direto. *Bragantia* 72: 90-100.
- 548 XIANG J et al. 2019. Profile of phenolic compounds and antioxidant activity of finger millet
549 varieties. *Food chemistry* 275:361-368.
- 550 WOLSCHICK NH et al. 2016. Cobertura do solo, produção de biomassa e acúmulo de
551 nutrientes por plantas de cobertura. *Revista de Ciências Agroveterinárias* 15:134-143.
- 552 ZANUNCIO, Angelita dos Santos et al. Ciclagem de nutrientes por espécies de adubos verdes
553 em função do tempo de decomposição. *Research, Society and Development*, v. 11, n. 14, p.
554 e147111434834-e147111434834, 2022.
- 555 ZIECHARD et al. 2015. Proteção do solo por plantas de cobertura de ciclo hibernar na região
556 Sul do Brasil. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 50: 374-382.