

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO RIO GRANDE DO SUL

UNIDADE UNIVERSITÁRIA EM TRÊS PASSOS

CURSO DE BACHARELADO EM AGRONOMIA

RODRIGO ROTILI JUNIOR

**DESEMPENHO DA CULTURA DA SOJA PRODUZIDA COM O
USO DE PRODUTOS QUÍMICOS E BIOLÓGICOS *ON FARM*
PARA O CONTROLE DE PRAGAS E DOENÇAS**

TRÊS PASSOS - RS

2022

RODRIGO ROTILI JUNIOR

**DESEMPENHO DA CULTURA DA SOJA PRODUZIDA COM O
USO DE PRODUTOS QUÍMICOS E BIOLÓGICOS *ON FARM*
PARA O CONTROLE DE PRAGAS E DOENÇAS**

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

TRÊS PASSOS - RS

2022

Catálogo de Publicação na Fonte

R848a Rotili Junior, Rodrigo.
Desempenho da cultura da soja produzida com o uso de produtos químicos e biológicos on farm para o controle de pragas e doenças / Rodrigo Rotili Junior. – Três Passos, 2022.
18 f.

Orientador: Prof. Dr. Marciel Redin.

Artigo (Graduação) – Universidade Estadual do Rio Grande do Sul, Curso de Graduação em Agronomia, Três Passos, 2022.

1. *Glycine max*. 2. microrganismos benéficos. 3. insumos alternativos. I. Redin, Marciel. II. Título.

Ficha catalográfica elaborada por Laís Nunes da Silva CRB10/2176.

RODRIGO ROTILI JUNIOR

**DESEMPENHO DA CULTURA DA SOJA PRODUZIDA COM O
USO DE PRODUTOS QUÍMICOS E BIOLÓGICOS *ON FARM*
PARA O CONTROLE DE PRAGAS E DOENÇAS**

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: ____/____/____

BANCA EXAMINADORA

Orientador: Prof. Dr. Marciel Redin

Universidade Estadual do Rio Grande do Sul - UERGS

Prof. Dr. Danni Maisa da Silva

Universidade Estadual do Rio Grande do Sul - UERGS

Prof^ª. Dr. Divanilde Guerra

Universidade Estadual UERGS do Rio Grande do Sul - UERGS

DESEMPENHO DA CULTURA DA SOJA PRODUZIDA COM O USO DE PRODUTOS QUÍMICOS E BIOLÓGICOS *ON FARM* PARA O CONTROLE DE PRAGAS E DOENÇAS¹

Performance of soybean crop produced with the use of chemical and biological products on farm for the control of pests and diseases

Rodrigo Rotili Junior^{1*} e Marciel Redin²

¹Acadêmico do Curso Bacharelado em Agronomia. Universidade Estadual do Rio Grande do Sul-Uergs. Unidade em Três Passos - Rio Grande do Sul-Brasil.

²Eng. Agrônomo, Doutor em Ciência do Solo, Professor do Curso Bacharelado em Agronomia. Uergs, Unidade em Três Passos - Rio Grande do Sul-Brasil.

*(E-mail: rodrigorotili01@gmail.com)

Resumo

A cultura da soja é umas das oleaginosas de maior representação mundial. Seus altos níveis de produção representam também um alto consumo de produtos químicos para controle de pragas e doenças. Nesse sentido, formas alternativas de controle como as que utilizam microrganismos benéficos que podem ser multiplicados pelo próprio agricultor são muito importantes. O objetivo do estudo foi avaliar o desempenho da cultura da soja cultivada com o uso de produtos químicos e biológicos *on farm* para o controle de pragas e doenças. O experimento foi conduzido em condições de campo com três repetições para cada tratamento, sendo uns agroquímicos e outro bioinsumos. A multiplicação dos bioinsumos deu-se na propriedade. Para a avaliação de matéria seca de plantas foi no estágio fenológico de R2, o número de vagens e o número de grãos por vagens e peso de grãos, ocorreram na maturação fisiológica, sendo determinado o teor de proteína bruta nos grãos de soja. A matéria seca (2515 kg/ha), peso de grãos (149,3 g) e proteína bruta (43%) não houve diferença estatística, entre os manejos com agroquímicos e bioinsumos. O número de vagens, grãos por vagem e a produção de grãos (1523 vs 2380 kg/ha) foi maior no sistema químico de produção. Portanto, o manejo químico, comparado com bioinsumos da lavoura apresenta maior produção de grãos de soja (36%) em anos de déficit hídrico.

Palavras-chave: *Glycine max*, microrganismos benéficos, insumos alternativos.

Abstract

Soybean crops are one of the most representative oilseeds in the world. Its high levels of production also represent a high consumption of chemicals for pest and disease control. In this sense, alternative forms of control such as those that use beneficial microorganisms that can be multiplied by the farmer himself are very important. The aim of this study was to evaluate the performance of soybean crop cultivated with the use of chemical and biological products on farm for the control of pests and diseases. The experiment was conducted in field conditions with three replications for each treatment, one being agrochemicals and the other and biosumos. The multiplication of biosumos took place on the property. For the evaluation of plant dry matter, the number of pods and number of grains per pod and grain weight occurred at physiological maturation, and the crude protein content in soybean grains was determined. Dry matter (2515 kg/ha), grain weight (149.3 g) and crude protein (43%) there was no statistical difference between managements with agrochemicals and biosumos. The number of pods, grains per pod and grain yield (1523 vs 2380 kg/ha) was higher in the chemical production system. Therefore, chemical management, compared with biosumos of the crop presents higher production of soybean grains (36%) in years of water deficit.

43 **Keywords:** *Glycine max*, beneficial microorganisms, alternative inputs.

44

45 **Introdução**

46 A cultura da soja (*Glycine max*) tem sua origem na Ásia e sua implantação na
47 agricultura brasileira, representa um marco revolucionário no setor agropecuário do país.
48 Em termos de produção, de acordo com a Companhia Nacional de Abastecimento
49 (CONAB), a área cultivada com a soja no Brasil na safra 2021/22 foi de 39,91 milhões
50 de hectares, com uma produção de 271,2 milhões de toneladas de grãos, a projeção para
51 a safra 2022/23 deverá ser cerca de 152,4 milhões de toneladas da oleaginosa, cultivada
52 em 42,8 milhões de hectares (Conab, 2022). Tal cultura, ainda se configura como uma
53 das mais importantes oleaginosas do mundo, com percentuais de óleo de
54 aproximadamente 20% e proteína de 40%, sendo amplamente utilizada na alimentação
55 humana e animal, dentre outros subprodutos (Calçado *et al.*, 2019).

56 O grande volume de grãos da soja produzida no mundo e no Brasil é resultado do
57 uso de tecnologias, criadas no período da revolução verde como, máquinas, implementos,
58 transgenia, fertilizantes e agroquímicos. Segundo Ogino e Bacha (2021), o consumo de
59 agroquímicos no Brasil entre os anos de 1990 a 2010, passou de cerca de 50 mil toneladas,
60 para 300 mil toneladas, aumento de seis vezes no consumo em 20 anos. Enquanto que
61 nos últimos 10 anos, o mercado nacional teve aumento de 190% no uso de agroquímicos
62 (Tavares *et al.*, 2020). Entre as culturas brasileiras, a soja quando somada a cana-de-
63 açúcar e milho, correspondem a 70% de todos os agroquímicos utilizados no Brasil, uma
64 média aproximada de 23,3% para cada cultura (Botelho *et al.*, 2020).

65 Com propósito de reduzir o uso de agroquímicos nas áreas de produção de soja,
66 surgem os insumos biológicos ou bioinsumos, que conforme o decreto nº 10375 de 26 de
67 maio de 2020 do Governo Federal, conceitua-se o mesmo como:

68 *Bioinsumo é todo produto, processo ou tecnologia de origem*
69 *vegetal, animal ou microbiana, destinado ao uso na produção, no*
70 *armazenamento e no beneficiamento de produtos agropecuários,*
71 *nos sistemas de produção aquáticos ou de florestas plantadas,*
72 *que interfiram positivamente no crescimento, no desenvolvimento*
73 *e no mecanismo de resposta de animais, de plantas, de*
74 *microrganismos e de substâncias derivadas e que interajam com*
75 *os produtos e os processos físico-químicos e biológicos*
76 (JUSBRASIL, 2020)

¹ Artigo elaborado de acordo com normas da Revista de Ciências Agrárias de Lisboa, Portugal.
<https://revistas.rcaap.pt/rca/about/submissions>

77 Dentre os bioinsumos, destacam-se as comunidades de microrganismos, que
78 segundo Vidal *et al.* (2020), são um conjunto de células microbianas que possuem
79 propriedades multifuncionais, podendo atuar como agentes biológicos de controle de
80 pragas e doenças, bioestimulantes e biofertilizantes. No ano de 2020, foram registrados
81 cerca de 94 bioinsumos, 19% superior ao registrado em 2019 no Brasil (Sausen *et al.*,
82 2021). De janeiro de 2022 até 30 de agosto de 2022, foram registrados 69 novos
83 bioinsumos no Brasil (MAPA, 2022). Ainda segundo Sausen *et al.* (2021), a utilização
84 desses produtos, além de ferramenta para as produções agrícolas, também é considerada
85 um manejo que ajuda a diminuir os casos de resistência de pragas e doenças.

86 A primeira parte de um espectro de possibilidades e manejos a serem executados
87 com bioinsumos, é a combinação de mais de um gênero de bactérias, conhecida como
88 coinoculação, que tem entre outras funções, por exemplo, a realização da fixação
89 biológica de nitrogênio (FBN). Estudos realizados por Korber *et al.* (2021) apontaram
90 que a coinoculação de *Bacillus japonicum* + *Azospirillum brasilense*, acarretou em maior
91 percentual de germinação e comprimento de raiz em plantas de soja. Desta forma, um
92 sistema radicular mais desenvolvido, pode em situações de déficit hídrico trazer
93 vantagens para a planta, pois poderá captar água em camadas mais profundas do solo.

94 Os bioinsumos também tem eficiência em relação ao controle de doenças fúngicas
95 como a *Rhizoctonia solani*, o principal fungo de solo que tem atacado a cultura da soja
96 nos últimos anos, fungo este que, quando submetido a tratamentos utilizando *Bacillus*
97 *subtilis* e *Bacillus pumilus* teve sua incidência e severidade diminuída, e por
98 consequência, ocasionou um melhor estabelecimento de plantas de soja (Coelho *et al.*
99 2021). Isso somado a permanência sadia de estruturas como folhas, que não estejam
100 acometidas por danos de pragas e doenças, tem ligação direta e positiva, com fatores
101 como peso de mil grãos, número de vagens e o teor de proteína dos grãos da soja (Zuffo
102 *et al.*, 2022). A associação de fungicidas a base de *Bacillus subtilis*, com programas de
103 fungicidas a serem aplicados na soja, foi possível observar melhor controle de oídio e por
104 consequência maior produtividade, quando aplicados na fase reprodutiva da soja (Schott
105 *et al.* 2021). Ou seja, a utilização de produtos biológicos para controle de doenças que
106 interfiram na sanidade de folhas e por sua vez reduzem a área de fotossíntese e posterior
107 rendimento de grãos, são ferramentas essenciais aos cultivos e ao manejo fitossanitário.

108 Além das vantagens citadas dos bioinsumos, o que tem auxiliado na ampliação do
109 uso dos mesmos é o chamado sistema “*On Farm*” que significa “na fazenda”. Esse termo
110 vem ganhando espaço nas últimas décadas, pois permite que cada produtor a partir da

111 aquisição de biofábricas, cepas de microorganismos benéficos e o meio de cultura, produza
112 com baixo custo seu próprio bioinsumo. A premissa da utilização da multiplicação *On*
113 *Farm* é permitir que produtor desenvolver seu próprio insumo biológico com ação para o
114 estímulo do crescimento e nutrição vegetal ou aqueles com função de biopesticidas ou
115 biofungicida, objetivando reduzir custos de produção (Santos *et al.*, 2020). Ainda,
116 segundo Santos *et al.* (2020), se for seguida uma sequência de práticas de produção com
117 qualidade, e aliadas há um bom acompanhamento técnico, é possível desenvolver uma
118 produção *On Farm* de forma segura e com boa eficiência.

119 Assim, nesse contexto, o objetivo do estudo é avaliar o desempenho da cultura da
120 soja cultivada com o uso de produtos químicos e biológicos *on farm* para o controle de
121 pragas e doenças.

122

123 **Materiais e Métodos**

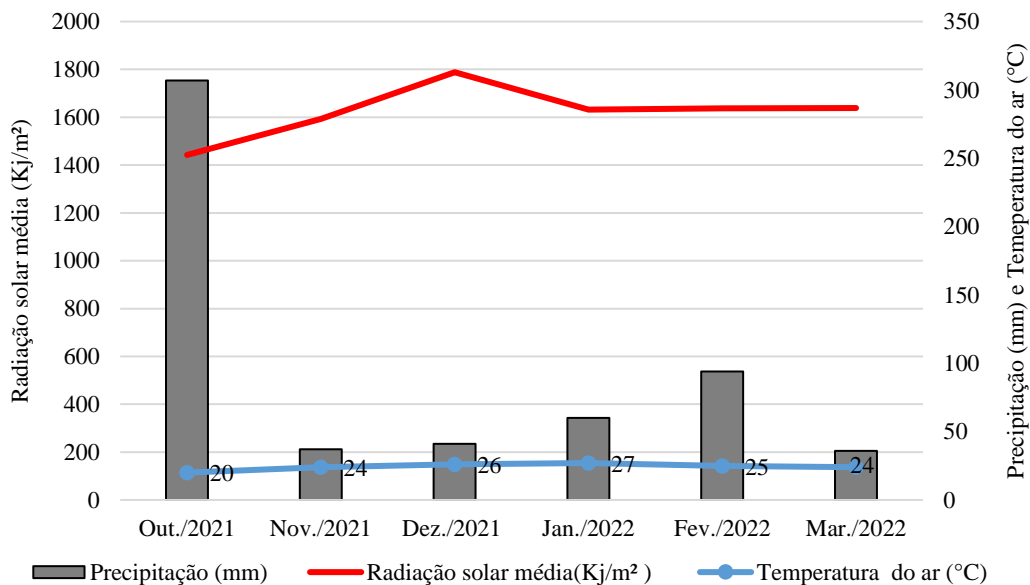
124 O estudo foi conduzido em uma área de cultivo consolidado de plantio direto com
125 culturas anuais, em sistema de sucessão de culturas, soja no verão e aveia no inverno, na
126 localidade de Campo Santo, distrito do município de Coronel Bicaco, RS. O clima é da
127 região caracterizado como do tipo Cfa de acordo com a classificação de Köppen
128 (Kuinchner e Buriol, 2001) e solo predominante Latossolo Vermelho (Santos *et al.*,
129 2018). A propriedade utiliza os bioinsumos desde 2018, em especial para controle de
130 pragas e doenças na cultura da soja.

131 Uma área de lavoura com sete hectares foi utilizada para cultivo de soja no sistema
132 com insumos biológicos e outra com dois hectares no modelo químico, sendo as duas
133 áreas divididas no sentido Norte-Sul e subdivididas em três parcelas cada uma. O
134 experimento foi conduzido em condições de campo sem irrigação. O monitoramento
135 climático deu-se via estação meteorológica automática do Instituto nacional de
136 Meteorologia – INMET, localizada em Santo Augusto, RS (Figura 1).

137 A semeadura da cultura da soja ocorreu dentro do zoneamento agroclimático de
138 risco climático (ZARC) em outubro de 2021 utilizando semeadora. A adubação foi
139 realizada de acordo com o Manual de Adubação e Calagem para estados do RS e SC
140 (SBCS, 2016), a qual apresentava matéria orgânica (3,3%), pH (5,64), alumínio (0%), P
141 (21,1 mg/dm³) e K (288 mg/dm³). A variedade utilizada foi FPS RR1859, grupo de
142 maturação 5.9, ciclo precoce, hábito de crescimento indeterminado, altura de planta
143 média e exigência média/alta em fertilidade do solo. O tratamento das sementes para
144 ambas as condições de cultivo, agroquímicos e bioinsumos, foi com Standak Top UBS®

145 na dose de 200 ml/100 kg de sementes. Ainda, no dia da semeadura realizou-se inoculação
146 das sementes com *Bradyrhizobium japonicum* na distribuição de 100ml/100 kg de
147 sementes. A distribuição final das sementes de soja no campo foi de 16 plantas por metro
148 linear e 50 cm entre linhas, com uma projeção de 320.000 plantas/ha.

149



150

151 Figura 1: Dados climáticos de temperatura do ar, precipitação e radiação solar registrados pela estação
152 meteorológica de Santo Augusto, RS. Fonte: INMET (2022).

153

154 Os insumos biológicos foram fabricados na propriedade rural. A biofabrica era
155 composta de um tanque de 250 litros (caixa de água), bomba para agitação de calda e
156 ativação da multiplicação. A aquisição das cepas dos microrganismos foi de empresas
157 especializadas no gênero, com uma garantia de no mínimo 2×10^{11} (2.000.000.00000)
158 Unidades Formadoras de Colônias (UFC).

159 As aplicações para ambos os tratamentos para controle de pragas e doenças, tanto
160 químico como biológico ocorreram em três datas, sendo dia 27/11/2021, 06/01/2022 e
161 27/01/22. Para o tratamento biológico aplicou-se em cada uma das entradas na área
162 *Cromobacterium subtsugae* - 4 litros/ha, *Baccilus pumilus*, *Baccilus subitullis*, *Baccilus*
163 *amyloliquefaciens* - 2 litros/ha e *Bacillus thuringiengis vr.aizawai* (BTA), *Bacillus*
164 *thuringiengis vr. Kustaki* (BTK) - 2 litros/ha, esses bioinsumos foram escolhidos,
165 levando em conta a disponibilidade da região.

166 No sistema de produção com químicos, os tratamentos fitossanitários utilizados
167 foram Aproach Prima® (300 ml/ha), Viovan® (600 ml/ha), Vessaria® (600 ml/ha),

168 Expedition® (300 ml/ha), Interpreti Edge® (250 ml/ha) e Intrepid 240® (500 ml/ha),
169 para controle de doenças e insetos respectivamente. O monitoramento visava sempre
170 avaliar a intensidade de ataque das pragas e doenças e as condições de campo para
171 aplicação através de visitas as áreas e imagens índice do Vegetação com Diferença
172 Normalizada (NDVI), coletadas por programa especializado para tal função FieldView®.
173 Os produtos biológicos eram aplicados sozinhos, sem mistura de produtos químicos no
174 tanque de pulverização. As pulverizações foram feitas com um pulverizador tratorizado.

175 A avaliação de matéria seca das plantas de soja nos dois sistemas de produção,
176 ocorreram no estádio R2, momento de pleno florescimento da cultura. Para tal, foram
177 coletadas nove amostras de um metro linear cada, três em cada terço da área. As amostras
178 das plantas foram secas em estufa a 65°C. Também na floração da cultura foram coletadas
179 imagens de índice de vegetação com diferença normalizada. Para a determinação do
180 número de vagens por planta, foram coletadas de forma aleatória dez plantas em estádio
181 de maturação fisiológica (R8), em cada terço de ambas condições de cultivo, agroquímico
182 e biológico. A avaliação da produtividade de grãos foi determinada em três coletas para
183 cada terço, com área de um metro quadrado cada, colhida manualmente no dia 22 de
184 março de 2023, em cada condição de cultivo. A produtividade de grãos foi expressa em
185 umidade de 13%, recomendado para a cultura da soja. No peso de mil grão, separou-se
186 oito amostras de 100 grãos cada, seguindo a metodologia registrada de acordo com a
187 “Regras de análise de sementes - RAS” (MAPA, 2009). Para a análise do teor de proteína
188 bruta (PB) utilizou-se o método de Kjeldahl, seguindo metodologia de Purgatto (2016).

189 Os dados foram submetidos a análise de variância e as médias comparadas através
190 de teste Tukey utilizando o programa de análises estatísticas Sisvar e análise de correlação
191 de Pearson, ambas 5%.

192

193 **Resultados e Discussões**

194 A produção de massa seca da parte aérea da soja, não diferiu estatisticamente para
195 ambos tratamentos, com média de 2.515 kg/ha (Quadro 1). Da mesma forma, para peso
196 de grãos e teor de proteína bruta. Em comparação ao estudo de Chagas Junior *et al.* (2021),
197 que ao avaliarem diferentes doses de inoculantes a base de *Bacillus* sp. apontou que dose
198 de 50 ml de inoculante para cada 100 kg de sementes, apresentou elevação a estatura de
199 plantas, e conseqüentemente, a massa seca das mesmas, tal resultado foi oposto ao
200 encontrado em nosso estudo. Salienta-se também que os baixos volumes pluviométricos
201 registrados (Figura 1) durante o ciclo da cultura podem justificar a baixa produção de

202 massa seca em ambos tratamentos. Conforme Taiz e Zeiger (2013), a água compõe
203 aproximadamente 90% da massa da soja verde, e participa de processos essenciais no
204 metabolismo da soja.

Tratamentos	Massa seca (Kg/ha)	Peso de mil grãos (g)	Proteína bruta (%)
Químico	2.530,90 A	155,26 A	42,2 A
Biológico	2.500,00 A	143,26 A	43,8 A

205 Quadro 1 - Produção de massa seca da parte aérea, peso de mil grãos e proteína bruta nos grãos de soja.
206 Números que apresentarem mesma letra entre variáveis não diferem estaticamente, teste de Tukey 5%.
207

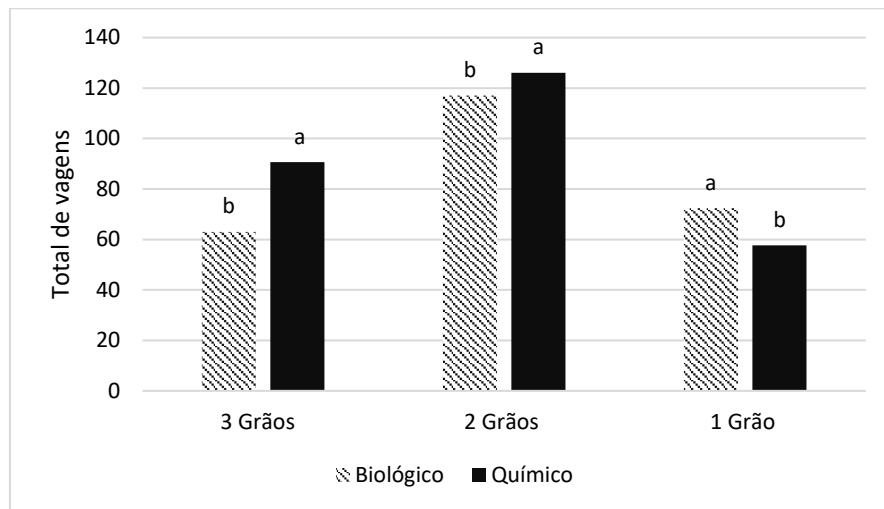
208 Os percentuais do teor de proteína bruta (Quadro 1) obtidos entre os dois
209 tratamentos, não diferem estatisticamente, porém ambos atingiram o percentual próximo
210 do indicado para comercialização. De acordo Assefa *et al* (2019), mesmo com as altas
211 produções de grãos alcançadas em áreas de soja, ainda não se atinge o padrão de proteína
212 esperado internacionalmente para comercialização que fica em torno de 47%. Porém,
213 conforme De Oliveira (2019), a nível de Brasil esse valor não é encontrado, na maioria
214 dos casos a média nacional permanece entorno de 37%. De acordo com Zuffo *et al.*
215 (2021), em ambientes de alta fertilidade do solo, plantas de soja inoculadas com
216 *Bradyrhizobium spp.* o percentual de proteína em grãos pode chegar até 45%, podendo
217 suprir as taxas necessárias de nitrogênio na cultura da soja para posterior conversão em
218 proteína. Conforme Naoe *et al* (2021), a co-inoculação com *Bradyrhizobium japonicum*
219 e *Azospirillum brasilense*, não alterou o teor de proteína nos grãos de soja, com
220 percentuais que variaram de cerca de 36 a 41%, as alterações ocorreram apenas pelo
221 déficit hídrico no período reprodutivo da cultura. Quando condicionado a semeadura em
222 áreas de várzea, é possível observar um percentual médio de 39% de proteína bruta em
223 grãos de soja (De Carvalho *et al.* 2020).

224 Em relação ao número de vagens, observou-se média de 25,8 vagens por planta
225 para o tratamento biológico (Figura 2). Quanto a divisão pelo número de grãos por vagem,
226 somente aquelas com 1 grãos no tratamento biológico, sobressaíram-se sobre o tratamento
227 químico. Vagens com 2 e 3 grãos, representam maior número e diferença estatística no
228 tratamento químico, com média de 90,7 vagens de 3 grãos e 126 vagens de 1 grãos, contra
229 63 e 117 vagens de 3 e 2 grãos, respectivamente no tratamento biológico.

230 A aplicação conjunta de *Azospirillum brasilense* e *Bradyrhizobium japonicum*,
231 *Trichoderma asperellum*, em três cultivares de soja, foi possível encontrar uma média
232 de 53 vagens por planta (Aguilera *et al.* 2020). Segundo Winck *et al.* (2022), o número

233 de vagens por planta é influenciado por questões genéticas e pelos fatores climáticos,
234 como a radiação solar, que atua sobre a fixação de flores, e posteriormente vagens. De
235 acordo com Martin *et al.* (2022), esse é um dos critérios utilizados em programas de
236 molhamento, pois está intrinsicamente ligado a produtividade por área.

237



238

239 Figura 2- Divisão pelo número de grãos e o total de vagens por planta. Tratamentos com mesma letra entre
240 variáveis não diferem estaticamente, Tukey 5%.

241

242 As vagens com 2 grãos foram as mais representativas em ambos os tratamentos.
243 Tagliapitra *et al.* (2022), inferiu que o número ideal de grãos por vagens para atingir uma
244 produtividade de cerca de 7 ton/ha, é de 2,2 grãos/vagens, sendo que para os autores este
245 número pode ser afetado pelo estresse hídrico entre R2 e R5, além da presença de insetos
246 sugadores, o que corrobora com os resultados do presente estudo.

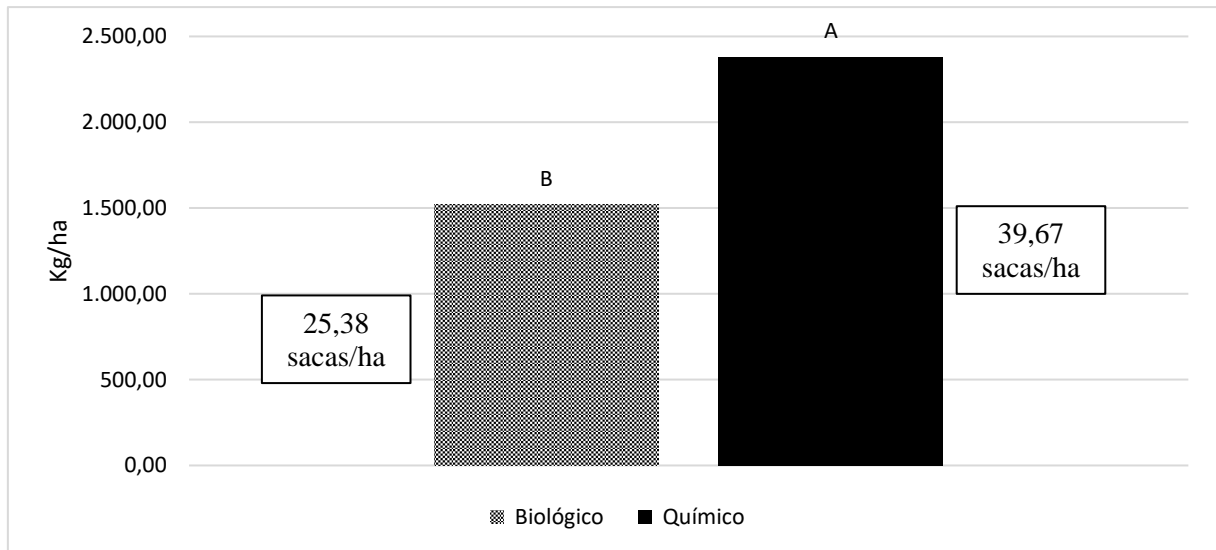
247 O peso de mil grãos, resultou média de 143,13g no tratamento biológico e 155,26g
248 para tratamento químico (Quadro 1), no entanto, não houve diferença significativa entre
249 os tratamentos. De acordo com Tagliapitra *et al.* (2022), o valor agrônômico para o peso
250 de mil grãos é de 207g para áreas de sequeiro, portanto, superior aos dados de nosso
251 estudo. Em cultivo sem a ausência hídrica, o PMG da soja pode chegar a valores próximos
252 a 210 g (Tagliapitra *et al.*, 2022). Portanto, superior aos dados de nosso estudo e que
253 reforçam a importância da pluviosidade no sistema de produção da cultura da soja.

254 Houve correlação positiva e significativa entre a massa seca e o peso de mil grãos
255 ($R^2 = 0,70$), número de vagens e o peso de mil grãos ($R^2 = 0,98$) para o tratamento
256 biológico. No tratamento químico a correlação entre peso e produtividade de grãos foi
257 significativa ($R^2 = 84$). A correlação existente entre a produção de grãos e o peso de mil

258 grãos, é semelhante a apresentada por Smiderle *et al.* (2019), onde a produção de grãos
259 teve ligação direta e positiva com o peso de mil grãos, representando $R^2 = 0,91$.

260 A produção de grãos apresentou diferença estatística, sendo o tratamento
261 biológico o menos responsivo com 1.523 Kg/ha e o químico com 2.380 kg/ha, ou seja
262 diferença de 857 kg/ha ou 14,29 sacas/ha de 60 kg, correspondente a 36% superior ao
263 biológico (Figura 3).

264



265

266 Figura 3: Produção de grãos de soja cultivada nos sistemas biológico e químico. Tratamentos com mesma
267 letra não diferem estaticamente, Tukey 5%.

268

269 Esse resultado pode ser explicado através de duas linhas principais, ligadas a
270 fisiologia das plantas e a relação existente entre a ambiente durante o ciclo da cultura.
271 Ambientes com temperaturas muito elevadas, interferem na germinação do pólen e na
272 estruturação do tubo polínico, reduzindo a viabilidade da polinização (Soares, 2016). Não
273 somente temperaturas elevadas prejudicam as a plantas, mas também segundo Marques
274 *et al.* (2011), a ausência de água afeta estruturas essenciais das plantas como clorofila e
275 carotenoides, que convertem energia luminosa em energia química, imprescindível na
276 realização da fotossíntese, e finalmente a conversão em produção de grãos. Em
277 experimento realizado por Ribeiro *et al.* (2019), que visava o controle de ferrugem
278 asiática da soja, com diferentes ingredientes ativos de fungicidas, obteve a maior
279 produtividade com a aplicação de Tebuconazol + Metominostrobin, chegando a uma
280 média de produção por hectare de 2.741 kg equivalente a 46 sacas/ha. Ao se comparar os
281 dados do presente estudo, o tratamento químico se sobressai com 361 kg por hectare, e a
282 biológica com produção inferior, 1.241 kg/ha. De acordo com Queiroz Rego *et al.* (2018),

283 o uso da co-inoculação com bactérias do gênero *Azospirillum sp.* promove o aumento dos
284 componentes de produtividade da soja, em especial o número de vagens por planta, maior
285 número de grãos por plantas e maior produtividade de grãos, que pode chegar a 719,41
286 kg/ha a mais em relação à sem co-inoculação.

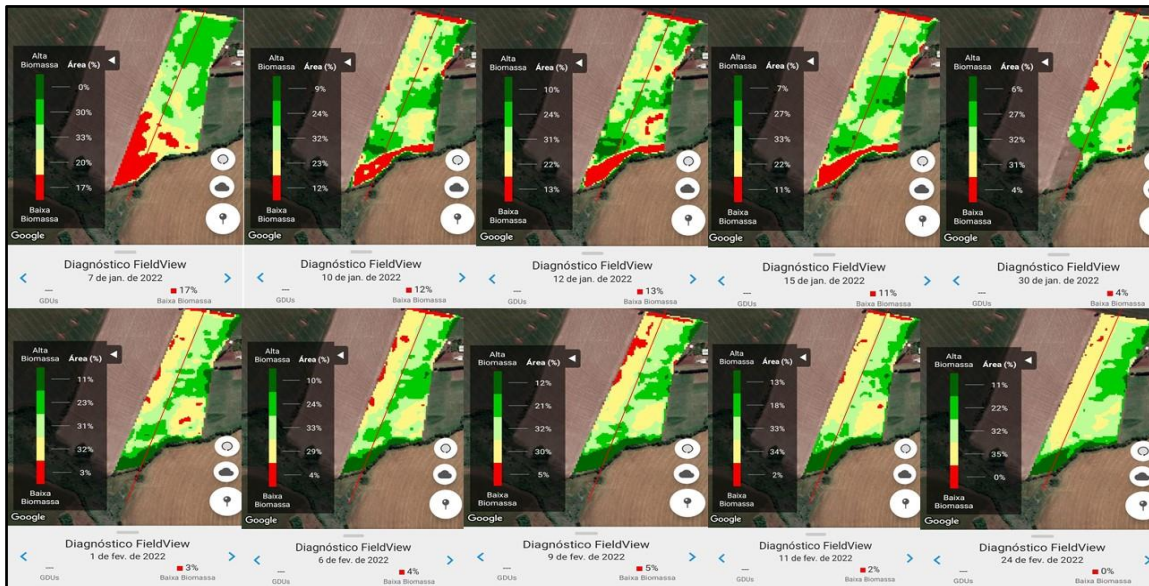
287 Em termos econômicos levando em consideração o preço médio da soja em abril
288 de 2022, período pós colheita que foi de R\$176,6 por saca produzida, haveria uma receita
289 de R\$ 4.482,00 /ha na para o tratamento biológico e R\$ 6.122,00 /ha para área cultivada
290 com químicos, totalizando R\$ 1.640,00 superior ao biológico. Ao se avaliar os custos de
291 produção Segundo Staback *et al.* (2020), a produção de grãos de soja em um sistema de
292 produção com agentes biológicos para controle de pragas, quando comparada com um
293 sistema de produção com químicos, tem um ligeiro acréscimo produtivo sobre tal sistema,
294 além do mais é possível a redução na aplicação no caso de insumos como inseticidas em
295 50%, o que representando um maior retorno financeiro e sustentabilidade do sistema.

296 No entanto, deve-se levar em consideração que, na safra da soja 2021/22, o estado
297 do RS passou por uma estiagem, que resultou em perdas significativas nas áreas agrícolas.
298 Conforme dados do Instituto Nacional de Meteorologia (2022), a precipitação para os
299 meses de janeiro a março de 2022, permaneceram na maioria dos casos abaixo da
300 precipitação ideal para época, bem como a temperatura do ar média ficou na casa dos
301 20°C, porém com picos que diários neste mesmo período que ultrapassaram os 30°C,
302 além da radiação solar média 1605 Kj/m² (Figura 1).

303 A presença desses eventos climáticos de extrema intensidade, causam distúrbios
304 ao sistema das plantas. Para a soja temperaturas acima dos 40°C no período inicial do
305 florescimento e fases consecutivas, podem causar abortamento de estruturas como flores
306 e legumes, na última safra, os períodos que permaneceram acima dos 35°C, causaram
307 danos as folhas das plantas de soja, reduzindo o potencial produtivo (Tagliapitra *et al.*
308 2022). Ainda, conforme Tagliapitra *et al.* (2022) temperaturas acima da casa dos 40°C
309 promovem a degradação dos lipídios das membranas e criam uma série de oxigênios
310 reativos que ocasionam necroses foliares. Essas necroses, de coloração marrons e com
311 aspecto de folha seca, podem ser visualizadas nas imagens de Vegetação com Diferença
312 Normalizada - NDVI (Figura 4), que mostram a diferenciação do espectro de cores, estas
313 quanto mais verdes forem apresentadas, melhor é o status sanitário das plantas e quanto
314 mais próximas do vermelho, pior é a sanidade das plantas, a esquerda da linha vertical
315 está a área cultivada com os insumos biológicos e a direita da linha, está a área cultivada

316 com insumos químicos, nesta é possível observar menor presença de coloração
317 avermelhada durante o ciclo da cultura.

318



319

320 Figura 4: Imagens de índice de Vegetação com Diferença Normalizada - NDVI, coletadas do entre os dias
321 07/01 a 24/02 de 2022, a esquerda da linha em vermelho tratamento biológico e a direita químico. Fonte:
322 FieldView® (2022).

323

324 Os resultados encontrados para os componentes de produtividade massa seca
325 da parte aérea, número de vagens por planta, número de grãos por vagem e o peso de mil
326 grãos, além da produção em sacas por hectare e o teor de proteína bruta, podem ter sido
327 afetados pelos fatores climáticos anormais, em especial a ausência de chuvas. De acordo
328 com Gajić *et al.* (2018), no período vegetativo que são definidos tais componentes, e
329 deficiência hídrica afeta diretamente os valores finais para os componentes de
330 rendimento. Como comprovação de tal indagação, De Oliveira *et al.* (2021) apontam que
331 a suplementação de irrigação na soja na safra 2018/19, acarretou no aumento significativo
332 de todos os componentes de produtividade da soja cultivada na Região Central do RS.

333

334 A diferença estatística entre os resultados de produção de grãos e número de
335 vagens também pode ser explicada pelos fatores climáticos, que afetam de forma
336 significativa os microrganismos benéficos do tratamento biológico. Segundo Ribeiro
337 Machado *et al.* (2021), para bactérias do gênero *Bacillus* a faixa de temperatura do ar
338 ideal para o desenvolvimento é de 28 a 30°C. Sendo essa uma faixa média de temperatura
339 do ar ideal para os microrganismos aplicados, que quando submetidos as altas
temperaturas, tem suas colônias reduzidas.

340

341 **Conclusões**

342 O desempenho da cultura da soja em anos em anos de déficit hídrico apresenta
343 melhor desempenho em relação ao número de vagens e produção de grãos com o uso de
344 tratamento químico para o controle de pragas e doenças em relação ao controle biológico.

345 Sugere-se a realização de novos estudos com vistas na avaliação novo ano
346 experimental, para que se possa avaliar os efeitos de clima sobre os sistemas de produção
347 com agroquímicos e biológicos no desempenho da cultura da soja.

348

349 **Referências bibliográficas**

350

351 Assefa, Y. et al. (2019) Avaliação da variação na composição de sementes de soja dos
352 EUA (proteína e óleo). *Frontiers in Plant Science*, 10(3):e298.
353 <https://doi.org/10.3389/fpls.2019.00298>

354

355 Aguilera, J. G. et al. (2020). Respostas de componentes produtivos de soja a inoculação
356 de biológicos em campo. *Ensaio e Ciência C Biológicas Agrárias e da Saúde*, v. 24,
357 n. 5-esp., p. 576-583, 2020. <https://doi.org/10.17921/1415-6938.2020v24n5-esp.p576-583>

358

359 Botelho, M. G. L. et al. (2020). Agrotóxicos na agricultura: Agentes de danos ambientais
360 e a busca pela agricultura sustentável. *Research, Society and Development*, v. 9, n. 8,
361 p. e396985806-e396985806. <https://doi.org/10.33448/rsd-v9i8.5806>

362

363 Chagas Junior, A. F. et al. (2021). *Bacillus sp.* como promotor de crescimento em
364 soja. *Rev. de Ciências Agrárias de Portugal*, v. 44, n. 2-3, p. 71-80.
365 <https://doi.org/10.19084/rca.22557>

366

367 CLIMATE FIELDVIEW (2022). *Portal do cliente*. [2022-10-
368 19]<climatefieldview.com.br>. Acessado em 20 de setembro de 2022.

369

370 Coelho, T. N. et al. (2021). Controle biológico no manejo de *Pratylenchus brachyurus*
371 em diferentes tratamentos na cultura da soja. *Journal of Biotechnology and*
372 *Biodiversity* v. 9, n. 3, p. 274–278, 2021.

373

374 Conab (2022). Safra 2022/23: Produção de grãos pode chegar a 308 milhões de toneladas
375 impulsionada pela boa rentabilidade de milho, soja e algodão. Companhia Nacional de
376 Abastecimento [2022-10-18] <<https://www.conab.gov.br/ultimas-noticias/4731-safra-2022-23-producao-de-graos-pode-chegar-a-308-milhoes-de-toneladas-impulsionada-pela-boarentabilidade-de-milho-soja-e-algodao>>.

377

378 De Carvalho, E. V. et al (2020). A época de semeadura na produção de sementes de soja
379 em condições de várzea tropical. *Revista Sítio Novo*, v. 5, n. 1, p. 100-117.

380

381

382

383 De oliveira, M. A. et al. (2019). Características físico-químicas das sementes de soja: teor
384 de proteína, teor de óleo, acidez do óleo e teor de clorofila. *Embrapa Soja*. ISSN 2176-
385 2937
386

387 De Oliveira, Z. B. (2021). Influência da irrigação suplementar na produtividade de
388 cultivares de soja para a safra e safrinha 2018-19 e 2019-20 na região central do RS.
389 *Brazilian Journal of Development*. v.7, n.2, 15580-15595. DOI:
390 <https://doi.org/10.34117/bjdv7n2-263>
391

392 Gajić et al. (2018). Effect of irrigation regime on yield, harvest index and water
393 productivity of soybean grown under different precipitation conditions in a temperate
394 environment. *Agricultural Water Management*. v. 210, 224-231.
395 <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2018.08.002>
396

397 INEMT (2022). *Dados climáticos*. Instituto Nacional de Meteorologia [2022-10-17]:
398 <<https://portal.inmet.gov.br>>
399

400 JUSBRASIL (2020). *Decreto dos bioinsumos*. Jubrasil [2022-10-17]:
401 <<https://presrepublica.jusbrasil.com.br/legislacao/851215249/decreto-10375-20>>
402

403 Korber, L. P. P. et al. (2021). Eficiência de produtos biológicos na coinoculação de
404 sementes de soja. *South American Sciences*, v. 2, n. 2, p. e21109-e21109.
405 <https://doi.org/10.52755/sas.v2i2.109>
406

407 Kuinchtner, A e Buriol, G. A. (2001). Clima do Estado do Rio Grande do Sul segundo a
408 classificação climática de Köppen e Thornthwaite. *Disciplinarum Scientia Naturais e*
409 *Tecnológicas*, v. 2, n. 1, p. 171-182.
410

411 Marques, R. et al. (2011). Relações hídricas e produção de pigmentos fofossintéticos em
412 mudas de *Eugenia Uniflora l.* sob Condições de Salinidade. *Revista Brasileira de*
413 *Geografia Física*, v.4, n.3, p.497-509.
414

415 Martin, T. N et al. (2022). *Tecnologias aplicadas para o manejo rentável e eficiente da*
416 *cultura da soja*. 1º ed. Santa Maria, Editora GR, 528p
417

418 Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária.
419 – Brasília: Mapa/ACS, Brasil. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento.
420 Regras para análise de sementes. 2009. 399 p.
421

422 Naoe, A. M. de L et al. (2021). Efeito da deficiência hídrica e da época de semeadura nos
423 teores de óleo e proteína em soja coinoculada com *Azospirillum brasilense*. *Pesquisa*
424 *Agropecuária Tropical*, v. 51.
425

426 Ogino, C. M. e Bacha, C. J. C. (2021). Usos de agrotóxicos nas agropecuárias do Brasil,
427 Estados Unidos e União Europeia. *Organizações Rurais &camp; Agroindustriais*. 23,
428 e1687
429
430

- 431 Purgatto, E. (2022). *Análise de proteínas*. Departamento de Alimentos e Nutrição
432 Experimental FCF – USP. [2022-10-13] <[https://edisciplinas.usp.br/mod_folder](https://edisciplinas.usp.br/mod_folder/content)
433 <content>
434
- 435 Queiroz Rego, C., H., et al. (2018). Co-inoculation with Bradyrhizobium and
436 Azospirillum Increases Yield and Quality of Soybean Seeds. *Agronomy Journal*, v.
437 110, n. 6, p. 2302-2309, 2018.n <https://doi.org/10.2134/agronj2018.04.0278>
438
- 439 Ribeiro Machado, F. et al. (2021). Inoculation of Growth-Promoting Bacteria in the
440 Lettuce Crop. *Rev. Sci. Agr. Paranaensis*, 395-404.
441 <https://doi.org/10.18188/sap.v20i4.28462>
442
- 443 Ribeiro, L. A. E. et al. (2019). Viabilidade econômica do uso de fungicidas no controle
444 da ferrugem asiática da soja. *Ipê Agronomic Journal*, v. 3, n. 2, p. 35-43.
445 <https://doi.org/10.37951/2595-6906.2019v3i2.5470>
446
- 447 Santos, A. et al. (2020), Qualidade microbiológica de bioprodutos comerciais
448 multiplicados On Farm no vale do São Francisco. *Enciclopédia Biosfera*, v. 17, n. 34,
449 2020.
450
- 451 Santos, H. G. et al. (2018). *Sistema Brasileiro de Classificação de Solos*. 5. ed. rev. e
452 ampl. Brasília, DF: Embrapa. 353p.
453
- 454 Sausen, D. et al. (2021). Tecnologias que auxiliam a produção sustentável de
455 alimentos. *Revista Eletrônica Competências Digitais para Agricultura Familiar*, v. 7,
456 n. 1, p. 16-42.
457
- 458 SBCS (2016). *Manual de calagem e adubação para os Estados do Rio Grande Do Sul e*
459 *de Santa Catarina, Sociedade Brasileira de Ciência Do Solo - Núcleo Regional Sul:*
460 *Comissão de Química e Fertilidade do Solo - RS/SC*, 376p.
461
- 462 Smiderle, O. J. et al. (2019). Correlação entre componentes de produção de soja BRS
463 Tracajá e diferentes densidades de plantas no cerrado Roraima. *Embrapa Roraima-*
464 *Artigo em periódico indexado (ALICE)*.
465
- 466 Staback, D. et al. (2020). Uso do MIP como estratégia de redução de custos na produção
467 de soja no estado do Paraná. *Revista Americana de Empreendedorismo e Inovação*, v.
468 2, n. 1, p. 187-200.
469
- 470 Soares, L. H. (2016) *Alterações fisiológicas e fenométricas na cultura de soja devido ao*
471 *uso de lactofen, cinetina, ácido salicílico e boro*. 2016. 171f: Tese - (Doutorado),
472 Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz, Piracicaba.
473
- 474 Schott, A. D. et al. (2021). Indutor de resistência associado à fungicidas para controle de
475 doenças na cultura da soja. *Brazilian Journal of Development*, v. 7, n. 6, p. 56300-
476 56311. <https://doi.org/10.34117/bjdv7n6-168>
477
478

- 479 Tagliapietra, E. L. et al. (2022) *Ecofisiologia da soja: visando altas produtividades* / 2.
480 ed. Santa Maria, Gráfica Palloti, 432p.
481
- 482 Taiz, L. e Zeiger, E. *Fisiologia Vegetal*. 5° ed. Porto Alegre: Artmed, 918p, 2013.
483
- 484 Tavares, D. C. G. et al. (2020). Utilização de agrotóxicos no Brasil e sua correlação com
485 intoxicações. *Sistemas & Gestão*. 15, 1, 2–10. [https://doi.org/10.20985/1980-](https://doi.org/10.20985/1980-5160.2020.v15n1.1532)
486 [5160.2020.v15n1.1532](https://doi.org/10.20985/1980-5160.2020.v15n1.1532).
487
- 488 Vidal, M. C. et al. (2020). Bioinsumos: o programa nacional e a sua relação com a
489 produção sustentável, *1. ed. Florianópolis: CIDASC*, 382-409.
490
- 491 Winck, J. M. et al. (2022). *Lacunas de produtividade em soja no Rio Grande do Sul e*
492 *caracterização fisiológica de genótipos com tolerância a déficit hídrico*. Tese de
493 Doutorado. Universidade Federal de Santa Maria.
494
- 495 Zuffo, A. M. et al. (2021). Adubação nitrogenada associada à inoculação de
496 *Bradyrhizobium japonicum* como estratégia para amenizar os efeitos da desfolha na
497 soja. *Revista em Agronegócio e Meio Ambiente*, v. 14, n. 1, p. 1-12.
498
- 499 Zuffo, A. M. et al. (2022). Características agronômicas de cultivares de soja com
500 aplicação tardia de nitrogênio em suplementação à inoculação de *Bradyrhizobium spp.*
501 *Ciência e Agrotecnologia*. v. 46 . <https://doi.org/10.1590/1413-7054202246022521>