

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25

ESTIMATIVA DO PROGRESSO GENÉTICO: UM EXEMPLO APLICADO EM 18
ANOS DO MELHORAMENTO DE SOJA

por

LUÍS HENRIQUE RIBEIRO DE CAMPOS

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Bioenergia e Grãos do
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano - Campus Rio Verde, como
parte dos requisitos para a obtenção do grau de Mestre em Bioenergia e Grãos.

Rio Verde – GO

Fevereiro – 2019

26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48
49
50

ESTIMATIVA DO PROGRESSO GENÉTICO: UM EXEMPLO APLICADO EM 18
ANOS DO MELHORAMENTO DE SOJA

por

LUÍS HENRIQUE RIBEIRO DE CAMPOS

Comitê de Orientação:

Prof. Dr. Pablo Diego Silva Cabral – IFGoiano

Prof. Dr. Gustavo Castoldi - IFGoiano

51
52
53
54
55
56
57
58
59
60
61
62
63
64
65
66
67
68
69
70
71
72
73
74
75
76

PROGRESSO GENÉTICO OBTIDO NO PROGRAMA DE MELHORAMENTO DE
SOJA DA COODETEC EM 18 ANOS DE PESQUISA

Por

LUÍS HENRIQUE RIBEIRO DE CAMPOS

Orientador: Prof. Dr. Pablo Diego Silva Cabral – IFGoiano

Examinadores: Prof. Dr. Fernando Higinio de Lima e Silva – IFGoiano

Prof. Dr. Bruna Mendes de Oliveira – UFG

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
GOIANO – CAMPUS RIO VERDE
DIRETORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BIOENERGIA E GRÃOS

**ESTIMATIVA DO PROGRESSO GENÉTICO: UM
EXEMPLO APLICADO EM 18 ANOS DO
MELHORAMENTO DE SOJA**

Autor: Luís Henrique Ribeiro de Campos
Orientador: Pablo Diego Silva Cabral

TITULAÇÃO: Mestre em Bioenergia e Grãos – Área de concentração
Agroenergia.

APROVADA em 28 de fevereiro de 2019.



Prof.^a Dr.^a Bruna Mendes de Oliveira
Avaliadora externa
UFG - Goiânia



Prof. Dr. Fernando Higino de Lima e
Silva
Avaliador externo
IF Goiano/RV



Prof. Dr. Pablo Diego Silva Cabral
Presidente da banca
IF Goiano/Polo de Inovação

77
78
79
80
81
82

83
84
85
86
87
88
89
90
91
92
93
94
95
96
97
98
99
100
101
102
103
104
105
106
107
108
109
110
111
112

113
114
115

Sistema desenvolvido pelo ICMC/USP
Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Sistema Integrado de Bibliotecas - Instituto Federal Goiano

CC198e Campos, Luís Henrique Ribeiro de
Estimativa do Progresso Genético: Um Exemplo
Aplicado em 18 Anos do Melhoramento de Soja / Luís
Henrique Ribeiro de Campos; orientador Pablo Diego Silva
Cabral; co-orientador Gustavo Castoldi. -- Rio Verde,
2019.
37 p.

Dissertação (Mestrado em Programa de Pós-Graduação em
Bioenergia e Grãos) -- Instituto Federal Goiano, Campus
Rio Verde, 2019.

1. Glycine Max. 2. Ganho Genético. 3. Componentes da
produção. 4. Interação genótipos x ambientes. I.
Cabral, Pablo Diego Silva, orient. II. Castoldi,
Gustavo, co-orient. III. Título.

116
117
118

Responsável: Johnathan Pereira Alves Diniz - Bibliotecário-Documentalista CRB-1 nº2376

119

120

121
122
123
124
125
126
127
128
129
130
131
132
133
134
135
136
137
138
139
140
141
142
143
144
145

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus, por me sustentar em todos os momentos.

Aos meus pais, Luís Geraldo e Josemeri, pelo incentivo em sempre estar buscando novos desafios e conhecimentos.

A minha irmã Michelle, pelo companheirismo e conselhos em todos os momentos.

A minha esposa Dayane, por me acompanhar durante toda a caminhada, principalmente nos momentos mais difíceis, sempre aconselhando com serenidade e ajudando em tudo o que foi possível.

A empresa e aos colaboradores da Coodetec, por me auxiliarem durante todo o projeto, desde a disponibilidade de tempo, estrutura fornecida e trabalho propriamente dito, pois sem isso seria impossível a conclusão do projeto. Em especial, agradeço à Bruna de Oliveira, que me forneceu todo o incentivo e suporte necessários em todos os momentos, por mais difíceis que poderiam ser, em virtude da carga de trabalho.

Ao meu orientador Pablo Cabral, pela parceria e compreensão em diferentes momentos neste período, o que só confirma o excelente profissional e pessoa que é.

Ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano e ao Programa de Pós-Graduação em Bioenergia e Grãos, pela oportunidade, os quais, foram fundamentais no desenvolvimento deste formato de programa, disponibilidade de toda sua estrutura e excelentes profissionais.

Por fim, a Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Goiás, que através da disponibilidade da bolsa, proporcionou aumento de possibilidades em busca do aumento, a qualidade e amplitude do projeto.

146

147

SUMÁRIO

148

Página

149	RESUMO.....	1
150	ABSTRACT.....	3
151	1. INTRODUÇÃO.....	5
152	2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	7
153	3. MATERIAL E MÉTODOS.....	13
154	4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	18
155	5. CONCLUSÕES.....	32
156	6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	33

157
158
159
160
161
162
163
164
165
166
167
168
169
170
171
172
173
174
175
176
177
178
179
180
181

ESTIMATIVA DO PROGRESSO GENÉTICO: UM EXEMPLO APLICADO EM 18
ANOS DO MELHORAMENTO DE SOJA

por

LUÍS HENRIQUE RIBEIRO DE CAMPOS

Sob orientação do Prof. Dr. Pablo Diego Silva Cabral – IFGoiano

RESUMO

O melhoramento genético de plantas é fundamental para a manutenção da oferta de alimentos global, e deve evoluir no mesmo sentido do crescimento da população e também das mudanças climáticas. As empresas públicas e privadas investem em pesquisa e desenvolvimento em busca de soluções tecnológicas aliadas ao aumento de produtividade para que possam ser competitivas e se mantenham no mercado de sementes do país. O progresso genético é uma forma de expressar se os investimentos e o método de melhoramento estão sendo eficientes na busca de seus objetivos em diversas culturas, verificando se as médias genótípicas dos caracteres de interesse estão se deslocando no sentido da seleção no decorrer de ciclos sucessivos. O objetivo deste trabalho foi estimar o progresso genético em cultivares de soja em 18 anos de pesquisa. Os experimentos foram conduzidos em dois ambientes na safra 2017/18, no município de Rio Verde, Goiás. Foram avaliadas 54 cultivares de soja lançadas entre os anos 2000 e 2017 e cinco cultivares comerciais, utilizadas como controle e comprovadamente de alto potencial produtivo na região. O delineamento utilizado foi o de blocos ao acaso com três repetições. Os caracteres agronômicos avaliados que influenciam diretamente a produtividade de grãos foram: produtividade de grãos (PROD), massa de cem grãos (MCG), número de vagens por planta (NVP) e número de grãos por vagem (NGV), e altura de plantas (ALT).

182 Para a estimação do progresso genético obtido foi utilizado o método direto. As médias
183 dos caracteres foram agrupadas pelo método de agrupamento de Scott e Knott (1974).
184 Observou-se neste período, progresso genético para produtividade de grãos de 28,80 kg
185 ha⁻¹ ou 2,65% ao ano. Também, houve ganho para os caracteres que formam os
186 componentes da produção como: massa de cem grãos (3,74% ao ano), número de vagens
187 por planta (3,19% ao ano), número de grãos por planta (1,53% ao ano). Conclui-se que a
188 estratégia de seleção adotada pelo programa de melhoramento, foi eficiente em promover
189 o progresso genético para a produtividade de grãos e também na diminuição do ciclo dos
190 cultivares lançados com o passar dos anos, evidenciando a eficiência das técnicas de
191 melhoramento utilizadas.

192 PALAVRAS-CHAVE: *Glycine max* (L.) Merrill; ganho genético; componentes da
193 produção; interação genótipos x ambientes.

194

195
196
197
198
199
200
201
202
203
204
205
206
207
208
209
210
211
212
213
214
215
216
217
218
219

ESTIMATION OF GENETIC PROGRESS: AN EXAMPLE APPLIED IN 18 YEARS
OF SOYBEAN BREEDING

by

LUÍS HENRIQUE RIBEIRO DE CAMPOS

Under the adviser of Prof. Dr. Pablo Diego Silva Cabral – IFGoiano

ABSTRACT

The genetic breeding of plants is essential for global food supply maintenance, and must growth in the same direction of population growth and climate change. Public and private companies invest in research and development searching by technological solutions allied to increased productivity so that they turn competitive and remain in the country's seed market. Genetic progress is a way of expressing whether investments and the breeding method are being efficient in their goals in different cultures, verifying if the genotypic averages of the interest characters are moving towards during successive cycles. This study objective was to estimate the genetic progress of soybean varieties developed by soybean breeding program for 18 years of research. Trials were conducted in 2 environments during the season 2017/2018 located in the city of Rio Verde, Goiás. Field trials including 54 varieties released between 2000 and 2017 and 5 leading varieties cultivated in this environment. The trials were arranged in a randomized blocks design, with 3 replications. The following agronomic traits related to yield were evaluated: grain yield (PROD), 100 seed weight (MCG), pods per plant number (NVP), grains per pod number (NGV). The direct method was selected to estimate the genetic progress. The traits averages were grouped by Scott and Knott (1984). During these years, the genetic progress was observed for grain yield (PROD) in a ratio of 28.8 kg ha⁻¹ or 2.65% per year at

220 breeding program. Gains were also observed for others yield related traits: 100 grain
221 weight (3.74% per year), pods per plant number (3.19% per year), grains per plant number
222 (1.53% per year). Therefore, it can be concluded that the breeding selection strategy
223 adopted by breeding program was efficient to promote the genetic progress for yield
224 during these years and in the reduction of the launched cultivars cycle, evidencing the
225 efficiency of the breeding techniques used.

226 KEY WORDS: *Glycine max* (L.) Merrill; genetic gain, yield components; genotype x
227 environment interaction

228

229

230

1. INTRODUÇÃO

231

232

233

234

235

236

237

238

239

A domesticação da soja (*Glycine max* (L.) Merrill) teve início há cerca de 1.100 anos A.C., na região nordeste da China. Posteriormente, foi introduzida na Europa, América do Norte e em seguida na América do Sul (Sediyama, 2009). No Brasil, no final do século XIX, foi introduzida no estado da Bahia, no qual as cultivares de origem norte americana não tiveram boa adaptação na latitude em torno de 12 graus Sul. No ano de 1891, em Campinas - São Paulo, a introdução de novas cultivares promoveu maior desenvolvimento da cultura, logo sendo introduzida em outros estados, como Rio Grande do Sul, Minas Gerais, Santa Catarina, Goiás e Paraná, respectivamente (Miyasaka & Medina, 1981).

240

241

242

243

244

No final da década de 1960, houve grande expansão da cultura da soja dentro do sistema agrícola no Sul do país, com destaque para o estado do Rio Grande do Sul. Com isso, as instituições de pesquisa da região começaram a desenvolver de forma intensiva programas de melhoramento genético voltados para o desenvolvimento de novas e mais produtivas cultivares de soja (Bacaxixi *et al.*, 2011).

245

246

247

248

249

250

251

Com o passar dos anos, o interesse econômico estimulou a busca por maior conhecimento agrônômico da cultura, difundindo-a por praticamente todo o território nacional agricultável. Sendo que hoje, o Brasil destaca-se como segundo maior produtor mundial de soja e nos últimos anos tem aumento crescente de produtividade. Na safra 2017-18 produziu 119,281.7 milhões de toneladas com área plantada de 35,149.2 milhões de hectares, alcançando a produtividade média de 3394 kg ha⁻¹ (CONAB, 2018). Projeções estimam que a produção brasileira de soja para a safra 2024/2025 aumente para 126,2

252 milhões de toneladas, e que a área cultivada com a cultura aumente 9,7 milhões de hectares
253 no mesmo período, chegando em 2025, a 41,2 milhões de hectares (Colussi, 2016).

254 Esse aumento da produção deve-se ao crescente investimento em pesquisas e
255 tecnologias, aliados ao compartilhamento de informações técnicas pelas empresas
256 públicas e privadas, aumentando assim a eficiência do manejo da cultura (Medina *et al.*,
257 2016).

258 Neste sentido, destaca-se a importância do melhoramento genético para a cultura
259 no Brasil. Na literatura, reporta-se que na ausência do melhoramento a produtividade dos
260 cultivos agrícolas poderia ter estagnado (Toledo, 2014).

261 Ao falar em progresso genético, deve-se primeiro fazer a distinção entre o
262 progresso esperado, baseado no coeficiente de herdabilidade e no diferencial de seleção,
263 e o progresso obtido, relativo aos ganhos nas características fenotípicas e performances
264 dos genótipos no transcorrer dos ciclos sucessivos de seleção (Falconer & Mackay, 1996).

265 É importante também, que se avalie todos os componentes da produtividade para
266 acompanhar as características relevantes da cultura (Moda Cirino *et al.*, 2012). Os
267 caracteres que influenciam diretamente na produtividade estão correlacionados entre si
268 em vários sentidos, sendo assim, a seleção de um caráter pode proporcionar alterações em
269 outros, podendo não ser de interesse para o melhoramento genético (Rossmann, 2001).

270 Assim, este trabalho teve como objetivo estimar o progresso genético obtido no
271 programa de melhoramento de soja com base na avaliação das características agronômicas
272 das cultivares lançadas nos últimos 18 anos de pesquisa, considerando os seus
273 componentes da produção, suas características fenotípicas e a produtividade de grãos.

274

275

276

277

278

279

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

280

2.1. Estimativas do progresso genético.

281

282

283

284

285

286

O progresso genético em qualquer espécie está diretamente associado a variabilidade genética, a seleção natural e/ ou artificial e a capacidade de adaptação a diferentes ambientes existentes, por causa da interação que os genótipos podem sofrer com diferentes variáveis. Quando há variabilidade genética dentro de uma população, o progresso genético é diretamente influenciado com a seleção, passando a ser de extrema importância (Reis *et al.*, 2004).

287

288

289

O objetivo da seleção é acumular alelos favoráveis para as características de interesse e está em constante adequação e evolução nos programas de melhoramento que visam acompanhar a tendência do mercado (Reis *et al.*, 2004).

290

291

292

293

294

295

296

297

O ganho genético se dá através das seleções baseadas nas características de interesse aliadas ao método de melhoramento utilizado no programa. Assim, o melhorista de plantas, responsável pelo programa de melhoramento, tem como principal função, identificar critérios de seleção a fim de incrementar as características de interesse e ajustar o método de melhoramento para que se alcance sucesso. Sempre em busca de cultivares superiores e com ampla adaptabilidade, mas também visando a diminuição do tempo para o desenvolvimento e o lançamento de uma nova cultivar no mercado, que pode variar de acordo com o método de melhoramento utilizado (Reis *et al.*, 2004).

298

299

300

301

Em programas de melhoramento genético, a obtenção de estimativas que quantificam os parâmetros genéticos e fenotípicos, tais como herdabilidades, correlações genéticas e fenotípicas e ganhos esperados com seleção, tem grande importância, pois ajudam a medir a eficiência do método que está sendo utilizado, definindo se os principais

302 objetivos do programa estão sendo alcançados e, caso necessário, possibilita ajustes na
303 estratégia no método de melhoramento (Rossmann, 2001). Desta forma, o programa de
304 melhoramento pode focar em características de maior importância econômica com maior
305 eficiência em determinada região de interesse, e suprir o mercado de acordo com a sua
306 demanda (Faria *et al.*, 2007). Assim, é fundamental que se avalie o sucesso obtido, fruto
307 da seleção, e que auxilia no processo de decisão, a fim de avaliar a eficiência das técnicas
308 utilizadas ou a serem implementadas (Cruz & Regazzi, 1994).

309 Portanto, ao longo de ciclos sucessivos de seleção, a estimativa do progresso
310 genético é uma forma de avaliar o acúmulo dos alelos favoráveis nos genótipos com
311 transcorrer dos ciclos seletivos, analisando a eficácia do programa de melhoramento
312 (Falconer & Mackay, 1996).

313 Diversos métodos foram desenvolvidos a fim de estimar o progresso genético
314 obtido em programas de melhoramento, como o método direto, método de Fernandes
315 (1988), método de Morais & Abbud (1993), método de Breseghello *et al.* (1998), método
316 de regressão com dados originais, método da testemunha como fator de correção, método
317 de regressão com dados standardizados, método de Fonseca Júnior (1997) e o método de
318 Vencovsky (1986) (Cargnin 2007).

319 Na metodologia de Vencovsky *et al.* (1986), os autores utilizam a diferença entre
320 a produtividade média dos tratamentos comuns, a cada par de anos, para estimar o efeito
321 do ano. Assim, o ganho genético anual é obtido pela diferença entre a produtividade média
322 dos genótipos não comuns de um ano e a do ano imediatamente anterior. Deste contraste,
323 subtrai-se o efeito de ano, estimado pela diferença entre a média do grupo de genótipos
324 comuns nesses dois anos consecutivos.

325 Toledo *et al.* (1990) avaliaram a eficiência do programa de melhoramento genético
326 de soja no Paraná no período entre 1981 a 1986. Os autores observaram ganhos de 1,8 e

327 1,3% para os genótipos de maturação precoce e semiprecoce, respectivamente. Eles
328 argumentam que, embora o programa tenha alcançado ganhos genéticos satisfatórios neste
329 período, com o uso de técnicas de genética quantitativa, permite-se identificar nas
330 diferentes etapas do melhoramento que alguma seja passível de aperfeiçoamento, a fim de
331 se atingir índices de progresso superiores aos obtidos no programa.

332 O progresso genético de 30 anos do programa de melhoramento de trigo no estado
333 de Minas Gerais foi estimado por Cargnin (2007), que avaliou dados de produtividade e
334 de grãos, em ensaios de valor de cultivo e uso no sistema irrigado e no sistema de sequeiro.
335 O autor relatou progresso genético médio anual estimado no período de 48 kg.ha⁻¹ e 37
336 Kg.ha⁻¹, o que corresponde a 1,84% e 6,7% ao ano nos sistemas irrigado e sequeiro,
337 respectivamente. Com estes resultados, o autor concluiu que os ganhos são significativos
338 e positivos e que a estimativa do ganho genético médio em produtividade de grãos reflete
339 este sucesso.

340 Faria *et al.* (2013) estimaram o progresso genético do feijoeiro comum do grupo
341 carioca em 22 anos de melhoramento da Embrapa Arroz e Feijão. Foram avaliadas 53
342 cultivares recomendadas neste período em 20 ambientes, no período de 1985 a 2006.
343 Segundo os autores, o progresso genético para a produtividade de grãos foi de 17,3 kg.ha⁻¹
344 ¹ equivalendo a 0,72% ao ano, além de trazer incremento em qualidade de grãos, que é
345 outro caráter de fundamental importância para a cultura, de 2,4% ao ano.

346

347 **2.2. Interação Genótipos X Ambientes**

348 A interação genótipos x ambientes ocorre quando há respostas diferenciadas dos
349 genótipos testados em ambientes distintos e devem ser distintas em relação a sua natureza.
350 Quando não causa mudanças no ranqueamento dos genótipos entre ambientes é
351 classificada como interação simples, já quando a interação altera o ranqueamento dos

352 genótipos entre ambientes, esta é classificada como interação complexa (Vencovsky &
353 Barriga, 1992).

354 A interação simples indica a presença de menor variabilidade entre os genótipos
355 comparados em diversos ambientes, mostrando-se maior adaptação em maior número de
356 ambientes, ampliando a faixa de recomendação de determinado genótipo. A interação
357 complexa indica que o genótipo está adaptado aos ambientes particulares, restringindo a
358 recomendação deste, para uma região mais específica (Ramalho *et al.* 2012).

359 O resultado destas interações dá-se o nome de adaptabilidade, que é a capacidade
360 dos genótipos se comportarem de maneira eficiente em ambientes diferentes, e
361 estabilidade, que é a capacidade dos genótipos se comportarem de maneira previsível em
362 diferentes ambientes. (Cruz *et al.* 2006).

363 Os caracteres de maior importância para o incremento genético, em sua maioria,
364 são quantitativos, dificultando a seleção de indivíduos superiores, por apresentarem
365 interação complexa e serem altamente influenciada pelo ambiente. (Falconer & Mackay,
366 1996). Por esse motivo, é virtualmente impossível fixar todos os alelos em um único ciclo
367 de seleção (Toledo, 2014).

368 Com a crescente demanda por maiores produtividades e adaptação ampla, os
369 programas de melhoramento genético buscam a ampliação da base genética e a seleção de
370 genótipos superiores de uma população capaz de superar patamares de produtividade
371 (Costa *et al.* 2004).

372 Para a obtenção de cultivares de soja superiores dentro de um programa de
373 melhoramento, é fundamental que a seleção vise uma série de caracteres favoráveis que
374 confirmam produtividade de grãos mais elevadas e também características que satisfaçam
375 as exigências de mercado da região. A seleção que não siga este modelo amplo de
376 características mostra-se inadequada, e dificilmente desenvolverá cultivares que

377 alcançarão espaço representativo no mercado (Cruz *et al.*, 1997).

378 É importante também que, em estágios avançados do programa de melhoramento
379 ocorra a avaliação destes genótipos em ensaios de Valor de Cultivo e Uso (VCU) que
380 representem diferentes ambientes, previamente definidos, a fim de testá-los e compará-los
381 com cultivares com posição de destaque, no ponto de vista produtivo, nas regiões de
382 interesse do programa, visando também ampla adaptação (Faria *et al.*, 2007).

383 Ao longo dos anos, a interação genótipos x ambientes tem sido estudada em soja
384 com o objetivo de estimar diferentes efeitos como: envolvendo genótipos x épocas de
385 semeadura (Meotti *et al.*, 2012), genótipos x locais x épocas de semeadura (de Freitas,
386 2010), genótipos x locais (de Carvalho, 2002), genótipos x locais x anos (Rangel *et al.*,
387 2007) e genótipos x anos x épocas de semeadura (Barbosa, 2013).

388

389 **2.3. Transgenia na Agricultura**

390 A Biotecnologia busca contribuir para minimizar fatores limitantes que afetam a
391 agricultura, como pragas, doenças e estresses ambientais através do uso da transgenia
392 (Hansen & Wright, 1999).

393 A biotecnologia, voltada ao desenvolvimento de variedades transgênicas, é uma
394 ferramenta essencial que, aliada aos métodos convencionais de melhoramento genético,
395 pode agregar na ampliação da diversidade alélica e auxiliar na obtenção do progresso
396 genético no programa de melhoramento de diferentes culturas (Pípolo & Garcia, 2006). A
397 introdução de genes provenientes de diferentes espécies possibilita a inclusão de novas
398 características para serem selecionadas nos programas de melhoramento, tais como:
399 tolerância a herbicidas, tolerância a insetos, melhor qualidade nutricional, entre outros
400 (Pípolo & Garcia, 2006).

401 A obtenção da resistência ao herbicida glifosato em plantas de soja, deu-se a partir
402 da introdução de um gene proveniente da bactéria *Agrobacterium tumefaciens*, em um
403 explante de soja, através de técnicas de engenharia genética e transformação genética, e a
404 regeneração de uma planta a partir deste explante (Padgett *et al.*, 1995).

405 Já a obtenção da tecnologia BT deu-se a partir da integração, no seu genoma, dos
406 genes de resistência provenientes da bactéria *Bacillus Thuringiensis*, que é um
407 microrganismo entomopatogênico encontrado no solo e que durante a fase de esporulação
408 sintetizam proteínas que se acumulam na periferia dos esporos na forma de cristais
409 (Bobrowski *et al.*, 2003). Ao ingerir os cristais de *B. thuringiensis*, as larvas dos insetos
410 suscetíveis param de se alimentar, entram em paralisia geral e morre por inanição ou
411 septicemia (Praça *et al.*, 2004).

412 Com a descoberta da eficiência da utilização destas bactérias e introdução em
413 plantas de soja, passou a ter maior variabilidade genética na espécie, para esta
414 característica. Isso possibilitou a hibridação das plantas descendentes com outras
415 cultivares de soja que já apresentavam características de interesse voltadas a
416 produtividade, e nas gerações seguintes realizar a seleção de plantas que combinassem o
417 maior número de alelos favoráveis, incluindo o alelo de resistência (Pípolo e Garcia,
418 2006).

419

420

421

422

423

424

425

426
427
428
429
430
431
432
433
434
435
436
437
438
439
440
441
442
443
444
445
446
447
448
449
450
451

3. MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram conduzidos na estação de pesquisa da Coodetec, situada na Rodovia Anel viário, km 0, Rio Verde, GO, (Latitude: 17°44'46.2"S, Longitude 51°02'11.0"W). A estação de pesquisa está localizada na macrorregião sojícola 3 e microrregião 301, conforme a terceira aproximação do zoneamento agrícola, proposta por (Kaster & Farias, 2011).

As cultivares foram semeadas em duas épocas da safra 2017/18, a primeira no dia 17 de outubro (RVI) e a segunda no dia 02 de novembro (RVII). Foram avaliadas 54 cultivares de soja lançadas desde o ano 2000 até o ano de 2017 e 5 cultivares comerciais de empresas líderes de mercado (AS3797IPRO, DESAFIORR, M7110IPRO, M7739IPRO, M8210IPRO) (Tabela 1), que foram utilizadas como controle e definidas de acordo com a margem de atuação no mercado regional e também pelo grupo de maturação médio. Nos meses de julho a outubro de 2017, todas as cultivares foram multiplicadas, a fim de uniformizar vigor e germinação visando a instalação do experimento.

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso com três repetições. As parcelas foram constituídas de 4 linhas de 4 metros de comprimento, espaçadas em 0,50 m entre linhas e com população final de plantas 300.000 plantas. Todos os tratamentos culturais foram realizados de acordo com Embrapa (2016) no sentido de se obter o máximo potencial produtivo da cultura.

452

453

454 Tabela 1. Ano de Registro, genótipos e grupo de maturidade (GM) dos cultivares de soja.

Ano	Genótipos	GM	Ano	Genótipos	GM
2000	1	82	2012	31	82
2003	2	80	2012	32	82
2003	3	81	2013	33	77
2005	4	-	2013	34	72
2007	5	85	2013	35	73
2007	6	75	2013	36	75
2007	7	73	2013	37	79
2008	8	76	2013	38	80
2009	9	80	2013	39	84
2009	10	81	2013	40	85
2009	11	69	2013	41	86
2009	12	79	2014	42	68
2009	13	80	2014	43	81
2009	14	80	2014	44	85
2009	15	82	2014	45	82
2009	16	81	2014	46	83
2009	17	83	2014	47	85
2010	18	66	2015	48	68
2010	19	77	2015	49	84
2010	20	83	2016	50	81
2011	21	88	2016	51	80
2011	22	85	2017	52	70
2011	23	84	2017	53	74
2011	24	82	2017	54	82
2011	25	84	Controle	AS3797IPRO	79
2011	26	86	Controle	DESAFIORR	74
2011	27	72	Controle	M7110IPRO	71
2011	28	73	Controle	M7739IPRO	77
2012	29	68	Controle	M8210IPRO	82
2012	30	72			

455

456

457

458

459

460

461 Foram avaliados os seguintes caracteres: (i) produtividade de grãos (PROD),
462 obtida pela pesagem de cada parcela, ajustados a 13% de umidade e extrapolado para
463 $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$; (ii) massa de cem grãos (MCG), em g, obtido pela média da tomada aleatória de
464 100 grãos repetidos três vezes em cada parcela e pesado em balança digital, (iii) número
465 de vagens por planta (NVP), contagem do número de vagens de 6 plantas amostradas
466 aleatoriamente dentro de cada parcela e realizada a média; (iv) número de grãos por vagem
467 (NGV), obtido pela divisão do número total de grãos pelo número total de vagens; e
468 também a (v) altura de plantas (ALT), em cm, realizada através da medição da haste
469 principal de 6 plantas aleatórias dentro de cada parcela.

470 *A priori*, os dados foram submetidos ao teste de normalidade de Shapiro-Wilk e
471 ao de homogeneidade de variância pelo teste do Fmaximo. Após a verificação desses
472 testes, os dados foram submetidos à análise de variância para cada ambiente e,
473 verificando-se homogeneidade, foram submetidos à análise de variância conjunta, de
474 acordo com o seguinte modelo:

$$475 Y_{ijk} = \mu + a_i + r_{j/i} + g_k + GA_{ik} + \varepsilon_{ijk}$$

476 Em que,

477 Y_{ijk} : é a observação fenotípica da parcela no ambiente i , na repetição j , no
478 genótipo k ;

479 μ : é a constante inerente a todas as observações, que pela restrição imposta é a
480 média geral dos dados;

481 a_i : é o efeito fixo do ambiente i , com $i = 1$ e 2 ;

482 $r_{j/i}$: é o efeito aleatório das repetições j dentro dos ambientes i , com $j = 1,2,3$;

483 g_k : é o efeito aleatório do genótipo k ;

484 GA_{ik} : é o efeito da interação entre o ambiente i e os genótipos k ;

485 ε_{ijk} : é o resíduo (erro aleatório) relativo às parcelas ijk , $\varepsilon \sim N(0, \sigma^2)$.

486 Após a verificação da significância da interação, as médias das cultivares em cada
487 ambiente foram submetidas ao teste de agrupamento de Scott e Knott (1974) a 5% de
488 probabilidade de erro.

489 Para se estimar o progresso genético obtido univariado foi obtido a média de todos
490 os genótipos em cada ano, nos dois ambientes para cada caráter, utilizado o método direto,
491 que consiste em estimar a diferença $\bar{Y}_{i'} - \bar{Y}_i$ denominada diferença total observada em um
492 dado ano i' , relativo ao anterior i . Para efeito de estimativa do progresso genético, o ano i
493 é o ano de registro da cultivar.

494 A diferença genética (ΔG) é definida como: $\Delta G_{i'i} = (\bar{Y}_{i'} - \bar{Y}_i)$.

495 Portanto, $\Delta G_{i'i}$ pode ser tomado como estimador das alterações da média, ocorrida
496 entre os anos i e i' , que se atribui às alterações genotípicas ou incremento no potencial
497 produtivo médio dos tratamentos.

498 Para cada biênio é possível obter tais estimativas ($\Delta G_{i'i}, \Delta G_{i''i'}, \dots, \Delta G_{n, n^{-1}}$). O
499 somatório de tais quantidades é tomado como o progresso genético acumulado; o
500 acréscimo médio por ano é a razão entre o progresso acumulado e o número de anos
501 avaliados e o progresso relativo pode ser estimado como a razão do progresso estimado
502 pela média do ciclo.

503 Com o objetivo de verificar a evolução das características durante os anos, foi
504 utilizada a regressão linear simples entre os anos de lançamento (variável independente)
505 e a média das cultivares por ano para todos os caracteres avaliados (dependente).

506 Todos as análises genético-estatísticas foram realizadas com o auxílio dos
507 softwares Genes (Cruz, 2016), SASM-AGRI (Canteri *et al.*, 2001) e software R (R-
508 project, 2016).

509

510

511
512
513
514
515
516
517
518
519
520
521
522
523
524
525
526
527
528
529
530
531
532
533
534

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Análise de Variância e teste de médias.

A fonte de variação interação genótipos x ambientes (GxA) foi significativa a 1% de probabilidade pelo teste F para todas as características avaliadas (Tabela 2). A significância dessa interação se deve as constituições genéticas distintas dos diferentes genótipos, que se adaptam de maneiras diferentes quando há mudança de ambiente. Interação GxA significativas em plantas autógamas também foram observadas por Carvalho *et al.* (2003), Cargnin *et al.* (2006), Pereira *et al.* (2009), Moura *et al.* (2013) e Torres *et al.* (2015).

Melo *et al.* (2007), verificaram que quando há interação os genótipos se comportam de maneira diferente em ambientes distintos, pelas as respostas genéticas as condições de temperatura e fotoperíodo de cada ambiente. Por ser considerada uma planta de dias curtos, a sensibilidade ao fotoperíodo restringe a adaptação mais ampla de cultivares de soja, podendo ser solucionado com a introdução do período juvenil longo (Farias *et al.* 2007).

535 Tabela 2. Resumo da análise de variância conjunta para produtividade de grãos (PROD
 536 em Kg ha⁻¹), massa de cem grãos (MCG), em g, número de vagens por planta (NVP),
 537 número de grãos por planta (NGP) e altura de plantas (ALT em cm), das cultivares de soja
 538 lançadas entre 2000 e 2017. Rio Verde época I e II, 2017.

Fonte de Variação	GL ¹	Quadrado Médio ²				
		PROD	MCG	NVP	NGP	ALT
Cultivares	58	2858120**	31,5**	1197,6**	4686,1*	1038,1**
Ambientes	1	18709289**	134,4**	6516,0**	25076,2**	22,9ns
Interação (GxA)	58	1270169**	4,1**	651,8**	3020,3**	186,3**
Média	--	4098,7	15,8	66,2	138,0	94,7
CV ³		14,7	9,7	19,0	19,5	8,5

539 ^{ns}, ^{*ns}, *, **Não significativo e Significativo a 5 e 1% respectivamente pelo teste F.

540
 541
 542 Os coeficientes de variação (CV%) situaram-se entre 8,5 a 19,4%, para altura de
 543 plantas (ALT) e número de grãos por planta (NGP), respectivamente. Segundo
 544 CARVALHO *et al.* (2003), esses valores podem ser considerados dentro dos padrões para
 545 experimentos com soja, eles afirmam que o coeficiente de variação não deve ultrapassar
 546 o limite de 16% e 12% para produtividade de grãos e altura de plantas, respectivamente,
 547 demonstrando confiabilidade dos resultados deste trabalho. As características NVP e NGP
 548 apresentaram coeficiente de variação acima de 19%, podendo ser considerado alto quando
 549 comparado com outros trabalhos que avaliaram estas mesmas características. (Bevilaqua
 550 *et al* 2002, Linzmeyer Junior 2008, Klahold 2005).

551 Para o caráter PROD, nos dois ambientes, observou-se a formação de três grandes
 552 grupos pelo teste de agrupamento de médias de Skott Knott (Tabela 3). Observou-se que
 553 18 das 59 cultivares tiveram diferença significativa entre os ambientes, sendo que apenas
 554 duas (37 e 54) obtiveram médias superior no ambiente RVII, indicando que essas
 555 cultivares devem ser semeadas em segunda época. Na média, o ambiente RVI mostrou-se
 556 superior em relação a produtividade quando comparado com RVII, com diferença de

557 459,78 Kg ha⁻¹, demonstrando que a maioria dos genótipos responde positivamente a
558 antecipação do plantio na região para esta característica.

559 Em relação a MCG, observou-se a formação de quatro grandes grupos pelo teste
560 de agrupamento de médias de Skott Knott (Tabela 3). No ambiente RVI, a cultivar 11
561 obteve a maior média, com 21,02 gramas, e a cultivar 51, com a menor, 7,42 gramas. Já
562 no ambiente RVII, a cultivar 48 obteve a maior média 22,56 gramas e a cultivar 26 a
563 menor média, com 11,71 gramas. O ambiente RVII se mostrou mais responsivo para esta
564 característica, pois, mesmo havendo grande variação nas médias das cultivares avaliadas,
565 a média geral foi superior ao primeiro ambiente. Confirmando a interação genótipos x
566 ambientes (Tabela 2) e demonstrando que a produtividade depende de diversos fatores, e a
567 melhoria de um caráter isolado não garante o incremento de produtividade (Rossmann,
568 2001).

569

570

571

572

573

574

575

576

577

578

579

580 Tabela 3. Teste de médias para Produtividade de grãos (kg.ha⁻¹) e Massa de cem grãos (g)
 581 para os 18 anos do programa de melhoramento genético de soja em dois ambientes, RVI
 582 e RVII.

Cultivares	Produtividade		MCG	
	RVI	RVII	RVI	RVII
1	4504,61Aa	4735,24Aa	14,71Ac	15,47Ac
2	3664,31Ac	3127,10Ac	12,69Ac	12,81Ad
3	3902,85Ab	3760,10Ab	13,49Bc	16,43Ac
4	4006,29Ab	1856,50Bc	15,79Ab	15,41Ac
5	3601,54Ac	1857,99Bc	9,29Bd	12,66Ad
6	4298,29Ab	3128,73Bc	13,25Ac	12,87Ad
7	3557,96Ac	2949,84Ac	15,63Ab	16,16Ac
8	4742,50Aa	4654,56Aa	16,63Ab	17,28Ab
9	3733,53Ac	3759,62Ab	14,28Bc	18,29Ab
10	4192,69Ab	3668,74Ab	14,19Ac	16,59Ac
11	4954,75Aa	4804,41Aa	21,02Aa	19,70Aa
12	3716,36Ac	2424,32Bc	16,68Ab	18,90Ab
13	4694,54Aa	3875,25Ab	14,61Ac	16,54Ac
14	4248,55Ab	3796,59Ab	15,45Ab	16,43Ac
15	4653,75Aa	2903,70Bc	16,93Ab	16,05Ac
16	3576,39Ac	3986,03Aa	15,13Ac	16,27Ac
17	4213,68Ab	3494,80Ab	15,21Ac	13,79Ad
18	5372,97Aa	3800,87Bb	18,09Aa	17,54Ab
19	3945,32Ab	2774,33Bc	14,37Ac	15,55Ac
20	5104,89Aa	3857,59Bb	15,42Ab	15,59Ac
21	4169,41Ab	3105,42Bc	13,08Ac	13,82Ad
22	3702,74Ac	2924,53Ac	14,76Ac	13,42Ad
23	3175,1Ac	2958,99Ac	11,94Ac	13,25Ad
24	4131,66Ab	2860,93Bc	13,73Ac	14,07Ad
25	3024,09Ac	2427,27Ac	12,69Bc	15,29Ac
26	2841,02Ac	2514,91Ac	11,78Ac	11,71Ad
27	5513,26Aa	4997,09Aa	18,56Aa	17,51Ab
28	4255,62Ab	4860,25Aa	13,85Ac	15,87Ac
29	4320,42Ab	4635,97Aa	16,96Ab	15,46Ac
30	5317,93Aa	3025,74Bc	15,49Ab	16,58Ac
31	4689,04Aa	3246,44Bb	15,07Ac	15,80Ac
32	3271,50Ac	3593,27Ab	14,17Ac	14,21Ad
33	4144,89Ab	4698,57Aa	14,20Ac	15,55Ac
34	4067,34Ab	4183,34Aa	17,61Ab	18,27Ab
35	4703,32Aa	3440,18Bb	15,68Ab	16,73Ac
36	4117,77Ab	4910,83Aa	18,04Ba	21,31Aa
37	4293,74Bb	5475,97Aa	15,67Bb	19,62Aa
38	3575,14Ac	3041,51Ac	13,47Ac	15,47Ac
39	4928,01Aa	4521,60Aa	15,28Bc	18,59Ab
40	4946,04Aa	4818,88Aa	15,58Bb	19,97Aa

Continuação Tab.3

41	3549,27Ac	4362,64Aa	11,87Ac	13,24Ad
42	4940,08Aa	3968,59Aa	19,49Aa	18,05Ab
43	4702,94Aa	4702,54Aa	17,13Ab	16,75Ac
44	4274,48Ab	4969,11Aa	16,76Bb	19,67Aa
45	4904,62Aa	4201,98Aa	14,84Ac	15,60Ac
46	4311,43Ab	4472,03Aa	13,15Bc	16,40Ac
47	4565,08Aa	4502,10Aa	13,91Ac	15,76Ac
48	3644,40Ac	3705,85Ab	19,42Ba	22,56Aa
49	5847,29Aa	2697,57Bc	15,94Ab	18,29Ab
50	5019,80Aa	2942,83Bc	12,19Ac	13,31Ad
51	2467,90Ac	3337,08Ab	7,42Bd	12,81Ad
52	5406,36Aa	4788,63Aa	18,11Aa	17,49Ab
53	5830,72Aa	4685,24Ba	19,76Aa	20,34Aa
54	3726,81Bc	5528,28Aa	13,61Bc	18,47Ab
AS3797IPRO	4685,28Aa	4322,73Aa	15,90Ab	16,09Ac
DESAFIORR	4854,15Aa	4897,86Aa	16,89Ab	17,94Ab
M7110IPRO	5014,69Aa	4553,47Aa	19,83Aa	20,95Aa
M7739IPRO	4900,59Aa	4639,83Aa	16,55Ab	18,25Ab
M8210IPRO	4866,78Aa	5522,64Aa	14,85Ac	16,04Ac
	4328,58	3868,80	15,22	16,45

583 ²Médias seguidas pelas mesmas letras maiúscula na horizontal e letras minúsculas na
 584 vertical constituem grupo estatisticamente homogêneo, a 5% de probabilidade pelo teste
 585 Skott Knott.
 586

587 Para NVP e NGP, as médias gerais foram superiores no ambiente RVDII. Houve
 588 grande variação para as duas características em relação aos genótipos x ambientes, com a
 589 formação de 5 grandes grupos pelo teste de agrupamento de médias de Skott Knott.
 590 (Tabela 4). Com destaque positivo para a cultivar 39 para ambas características,
 591 apresentando médias de NVP para o ambiente RVDI 79,39 e RVDII 120,12, e para NGP
 592 no ambiente RVDI 219,89 e RVDII 225,05, mostrando-se o mais estável dentre todos os
 593 materiais avaliados.

594

595

596

597

598

600 Tabela 4. Teste de médias para Número de vagem por planta e Número de grãos por vagem
601 para os 18 anos do programa de melhoramento genético em dois ambientes, RVI e RVII.

Cultivares	Número de Vagem por Planta		Número de Grãos por Planta	
	RVI	RVII	RVI	RVII
1	49,77Ab	59,44Ae	125,50Ac	150,38Ac
2	60,44Bb	84,96Ac	100,44Bc	176,22Ab
3	45,74Ab	56,99Ae	102,83Ac	136,33Ac
4	73,33Ba	143,28Aa	132,49Bc	249,22Aa
5	90,59Aa	81,21Ac	207,83Aa	138,33Bc
6	65,11Aa	70,44Ad	146,00Ab	168,44Ab
7	47,66Ab	53,27Ae	90,66Ac	106,68Ad
8	52,16Bb	88,11Ac	112,00Bc	180,88Ab
9	76,72Ba	109,27Ab	135,16Bc	216,64Aa
10	82,84Ba	105,50Ab	150,39Ab	185,05Ab
11	52,56Bb	75,44Ad	105,27Bc	165,02Ab
12	51,50Ab	50,89Ae	82,11Ac	97,55Ad
13	53,66Ab	69,16Ad	102,61Bc	192,22Ab
14	41,28Ab	37,39Ae	92,89Ac	98,61Ad
15	55,78Ab	48,55Ae	110,37Ac	102,83Ad
16	74,94Aa	45,27Be	146,05Ab	73,83Bd
17	60,27Ab	57,55Ae	126,99Ac	147,05Ac
18	41,21Bb	71,11Ad	79,78Bc	141,33Ac
19	39,16Ab	58,96Ae	89,94Ac	122,55Ac
20	80,88Aa	80,49Ac	205,89Aa	186,72Ab
21	67,00Aa	48,66Ae	150,00Ab	89,72Bd
22	70,88Aa	56,77Ae	160,22Ab	117,33Ad
23	91,94Aa	64,27Bd	177,88Aa	135,05Ac
24	70,81Aa	76,89Ad	143,11Ab	128,05Ac
25	62,44Bb	84,44Ac	104,72Ac	138,05Ac
26	85,76Aa	62,88Bd	189,32Aa	118,94Bd
27	53,05Ab	73,38Ad	142,39Ab	161,80Ab
28	48,00Ab	48,67Ae	122,16Ac	119,83Ad
29	56,77Ab	71,70Ad	108,28Ac	136,16Ac
30	53,16Ab	72,22Ad	157,05Ab	186,11Ab
31	77,67Aa	47,94Be	159,66Ab	105,55Bd
32	92,17Aa	55,61Be	195,94Aa	156,44Ab
33	64,61Aa	66,39Ad	132,89Ac	119,38Ad
34	44,22Bb	70,40Ad	92,94Ac	114,39Ad
35	68,63Ba	94,00Ac	144,55Bb	199,72Ab
36	50,16Bb	84,16Ac	106,72Bc	170,11Ab
37	51,33Ab	67,21Ad	111,77Ac	144,33Ac
38	81,27Aa	96,27Ac	160,22Ab	166,27Ab
39	79,39Ba	120,12Ab	219,89Aa	225,05Aa
40	65,00Aa	80,50Ac	123,00Bc	178,83Ab

Continuação Tab.4

41	85,16Aa	86,55Ac	194,83Aa	156,89Ab
42	37,33Bb	86,34Ac	75,44Bc	142,72Ac
43	87,38Aa	72,07Ad	164,00Ab	141,40Ac
44	55,16Ab	50,77Ae	102,89Ac	90,89Ad
45	67,77Aa	65,38Ad	165,89Ab	134,50Ac
46	59,88Ab	57,89Ae	117,25Ac	147,94Ac
47	57,22Ab	61,89Ad	170,43Ab	151,74Ac
48	50,33Ab	51,27Ae	97,55Ac	70,05Ad
49	42,77Bb	65,27Ad	67,83Bc	147,39Ac
50	69,26Aa	50,22Ae	139,11Ab	113,72Ad
51	47,39Bb	97,77Ac	89,45Bc	185,05Ab
52	45,00Ab	46,33Ae	86,16Bc	152,22Ac
53	54,16Ab	54,72Ae	124,94Ac	136,38Ac
54	72,50Aa	66,94Ad	116,85Bc	162,50Ab
AS3797IPRO	74,50Aa	71,39Ad	128,22Bc	178,68Ab
DESAFIORR	44,61Ab	65,23Ad	103,05Ac	145,11Ac
M7110IPRO	44,72Ab	64,90Ad	96,05Bc	142,55Ac
M7739IPRO	72,60Aa	91,49Ac	143,55Ab	158,27Ab
M8210IPRO	53,00Ab	60,66Ad	115,50Ac	135,05Ac
	61,87	70,45	129,61	146,44

602 ³Médias seguidas pelas mesma letra maiúscula na horizontal e letras minúsculas na
 603 VERTICAL constituem grupo estatisticamente homogêneo, a 5% de probabilidade pelo
 604 teste Skott Knott.
 605
 606

607 Não houve diferença significativa na média geral para ALT, quando comparadas
 608 entre ambientes (Tabela 5). Mostrando que a diferença de 15 dias entre plantios, não foi o
 609 suficiente para expressar alguma diferença para esta característica. Devido as suas
 610 características fenotípicas e a sua adaptabilidade ao ambiente exposto a cultivar 18
 611 destacou-se como a de porte mais baixo dentre todas as estudadas, apresentando 55,00 e
 612 41,66 cm nos ambientes RVDI e RVDII, respectivamente, já a cultivar 6 como a de porte
 613 mais alto, com 126,66 cm no ambiente RVDII e a segunda mais alta no ambiente RVDI
 614 com 115,00 cm (Tabela 5), demonstrando que a altura de plantas não influenciou
 615 diretamente na produtividade (Tabela 3) e confirmando que uma característica isolada
 616 pode não trazer aumento na produtividade (Rossmann, 2001).

617

618 Tabela 5. Teste de médias para Altura de Plantas para os 18 anos do programa de
 619 melhoramento genético de soja em dois ambientes, RVI e RVII.

Cultivares	Altura de planta		Cultivares	Altura de planta	
	RVI	RVII		RVI	RVII
1	101,66Ab	95,00Ab	31	78,33Bc	95,00Ab
2	76,66Ac	81,66Ac	32	108,33Aa	101,66Ab
3	101,66Ab	95,00Ab	33	81,66Ac	76,66Ad
4	111,66Aa	95,00Bb	34	106,66Aa	115,00Aa
5	105,00Aa	106,66Aa	35	115,00Aa	110,00Aa
6	115,00Aa	126,66Aa	36	108,33Aa	106,66Aa
7	110,00Aa	111,66Aa	37	86,66Ac	90,00Ac
8	76,66Ac	66,66Ad	38	95,00Ab	86,66Ac
9	85,00Ac	71,66Bd	39	103,33Ab	105,00Aa
10	68,33Ad	78,33Ad	40	100,00Ab	100,00Ab
11	96,66Bb	111,66Aa	41	103,33Ab	96,66Ab
12	68,33Bd	88,33Ac	42	93,33Ab	91,66Ab
13	105,00Aa	108,33Aa	43	96,66Ab	101,66Ab
14	91,66Ab	93,33Ab	44	103,33Ab	108,33Aa
15	86,66Ac	80,00Ad	45	120,00Aa	113,33Aa
16	88,33Ac	90,00Ac	46	93,33Bb	111,66Aa
17	86,66Ac	85,00Ac	47	106,66Aa	85,00Bc
18	55,00Ae	41,66Be	48	106,66Aa	110,00Aa
19	108,33Aa	116,66Aa	49	93,33Ab	101,66Ab
20	100,00Ab	95,00Ab	50	81,66Ac	88,33Ac
21	106,66Aa	93,33Bb	51	55,00Be	100,00Ab
22	113,33Aa	93,33Bb	52	73,33Bc	88,33Ac
23	98,33Ab	95,00Ab	53	90,00Ac	95,00Ab
24	101,66Ab	98,33Ab	54	86,66Ac	93,33Ab
25	106,66Aa	98,33Ab	AS3797IPRO	110,00Aa	93,33Bb
26	100,00Ab	105,00Aa	DESAFIORR	91,66Ab	81,66Ac
27	78,33Ac	90,00Ac	M7110IPRO	75,00Ac	73,33Ad
28	101,66Ab	108,33Aa	M7739IPRO	85,00Ac	73,33Ad
29	100,00Ab	101,66Ab	M8210IPRO	88,33Ac	93,33Ab
30	93,33Ab	96,66Ab	Média geral	94,49	95,0

620 ⁴Médias seguidas pelas mesmas letras maiúsculas na horizontal e letras minúsculas na
 621 VERTICAL constituem grupo estatisticamente homogêneo, a 5% de probabilidade pelo
 622 teste Skott Knott.

625 Analisando em conjunto as tabelas das médias, observa-se que em algumas
 626 cultivares mesmo apresentando os valores de MCG, NVP, NGV superiores no ambiente,
 627 a PROD foi inferior. Isso influenciou na média geral destas características que o

628 ambiente RVDI foi superior ao RDVII na PROD e nos caracteres que formam os
629 componentes de produção (MCG, NVP, NGV) o ambiente RVDII foi superior ao RVDI,
630 mostrando que para alguns cultivares a amostragem de 6 plantas aleatórias por parcela,
631 não foi suficiente para representar a parcela avaliada, corroborando com os coeficientes
632 de variação para essas características que foram altos (Tabela 2).

633

634 **4.2. Progresso genético para os componentes da produção de grãos.**

635 Houve incremento na produtividade de grãos ao longo dos 18 anos de
636 melhoramento genético, de 2000 a 2017 o progresso genético anual (ΔG) para a
637 produtividade de grãos do programa foi de 0,72% ao ano, o que corresponde 28,80 kg.ha⁻¹
638 por ano (Tabela 6). Nota-se que a cultivar 1 lançada no ano 2000, mais antiga do histórico
639 de dados, superou 4600 kg.ha⁻¹, mostrando-se altamente produtiva e semelhante às
640 cultivares lançadas no ano 2008, 2014 e 2017 e não diferem estatisticamente das cultivares
641 mais produtivas, inclusive das cultivares controle (Tabela 3). Por essa razão o progresso
642 genético acumulado foi limitado (Fig. 1).

643

644

645

646

647

648

649

650

651

652

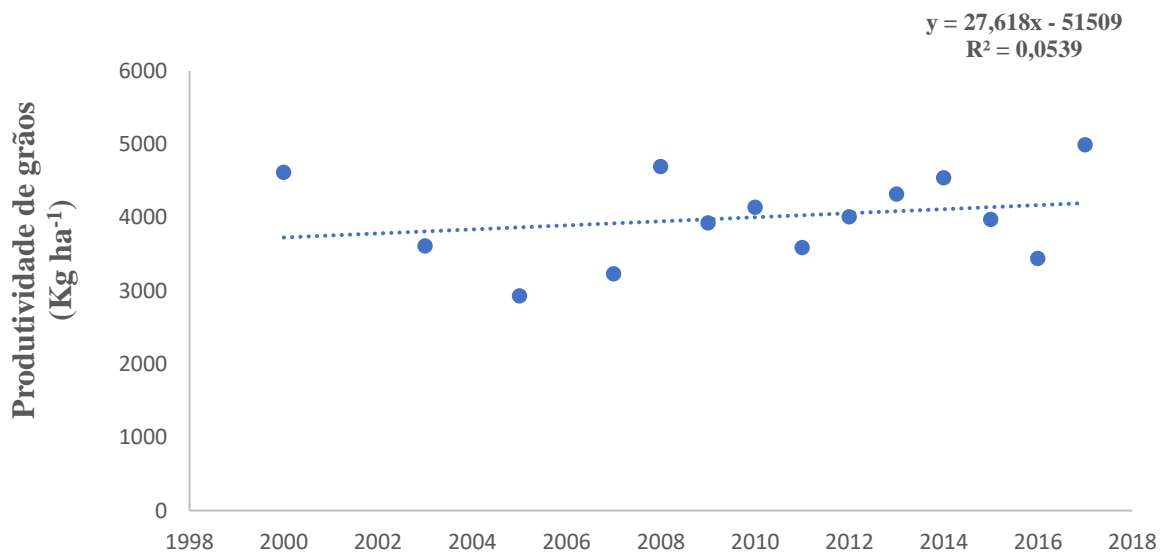
653

654 Tabela 6. Progresso genético (ΔG) para Produtividade de grãos ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) nos 18 anos do
 655 programa de melhoramento genético de soja.

Ano	Produtividade	$(\bar{Y}_{i'} - \bar{Y}_i)^1$	$\Delta G(\%)$
2000	4619,93	-----	-----
2003	3613,60	-1006,33	-----
2005	2931,40	-682,19	-----
2007	3232,40	300,99	-----
2008	4698,53	1466,14	-----
2009	3927,65	-770,88	-----
2010	4142,67	215,01	-----
2011	3591,40	-551,27	-----
2012	4012,54	421,15	-----
2013	4321,06	308,52	-----
2014	4542,92	221,86	-----
2015	3973,78	-569,14	-----
2016	3441,91	-531,88	-----
2017	4994,34	1552,44	-----
Soma	-----	374,42	-----
Ciclo de lançamento	4003,152	28,80	0,72

656 ⁵Diferença entre a média observada em um dado ano i' e a media do ano imediatamente
 657 posterior i , dado em $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$.

658
 659
 660



661
 662 Figura 1. Progresso genético para produtividade de grãos (Kg ha^{-1}), lançadas entre os anos
 663 2000 e 2017.

664
 665

666 A estimativa do progresso genético para produtividade de grãos no Brasil, também
667 é reportado em outras culturas, como na do feijão (Pompeu,1993; Abreu *et al.*, 1994) em
668 que ocorreram incrementos na produtividade de 1,3 e 1,9% anual respectivamente, e na
669 cultura do trigo (Cargnin, 2007) e observou-se ganho de 1,84% e 6,7% ao ano nos sistemas
670 irrigado e sequeiro, respectivamente. Na cultura da soja, Toledo *et al.* (1990), avaliaram a
671 eficiência do programa de melhoramento genético de soja no Paraná no período entre 1981
672 a 1986, os autores observaram ganhos de 1,8% e 1,3% para os genótipos de maturação
673 precoce e semiprecoce respectivamente. As metodologias com as quais foram obtidos
674 estes resultados, é o principal motivo para que as estimativas estejam próximas ao obtido
675 neste trabalho.

676 O progresso genético para massa de cem grãos foi de 0,22 gramas e representa
677 1,41% ao ano (Tabela 7). Demonstrando ganho genético anual maior, quando comparado
678 com a produtividade de grãos. Faria *et al.* (2013) e Ribeiro *et al.* (2003) avaliaram o
679 progresso genético na cultura do feijão e obtiveram ganho anual de 0,31% e 0,58%,
680 respectivamente para massa de 100 grãos.

681

682

683

684

685

686

687

688

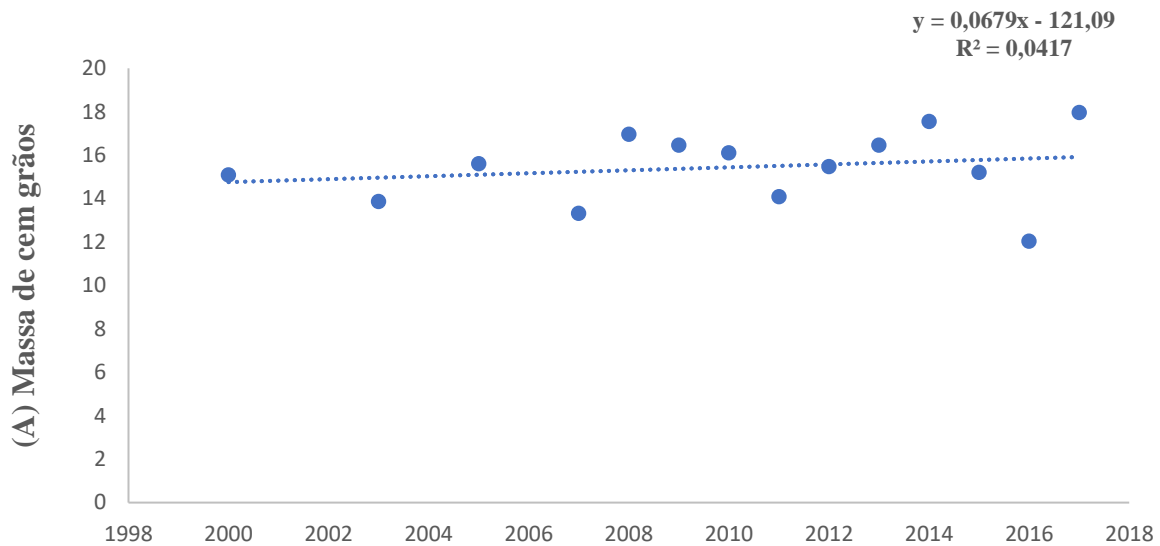
689 Tabela 7. Progresso genético (ΔG) para Massa de cem grãos (MCG) e Número de vagens
 690 por planta (NVP) nos 18 anos do programa de melhoramento genético de soja.

Ano	MCG	$(\bar{Y}_{i'} - \bar{Y}_i)^1$	$\Delta G(\%)$	NVP	$(\bar{Y}_{i'} - \bar{Y}_i)^1$	$\Delta G(\%)$
2000	15,09	-----	-----	54,61	-----	-----
2003	13,86	-1,24	-----	62,04	7,43	-----
2005	15,61	1,75	-----	108,31	46,27	-----
2007	13,31	-2,29	-----	68,05	-40,26	-----
2008	16,96	3,65	-----	70,14	2,09	-----
2009	16,45	-0,51	-----	63,81	-6,33	-----
2010	16,10	-0,35	-----	61,97	-1,84	-----
2011	14,09	-2,01	-----	66,62	4,65	-----
2012	15,47	1,38	-----	65,91	-0,71	-----
2013	16,46	0,99	-----	75,30	9,39	-----
2014	16,46	0,00	-----	63,26	-12,04	-----
2015	19,06	2,60	-----	52,42	-10,85	-----
2016	11,44	-7,62	-----	66,16	13,75	-----
2017	17,97	6,53	-----	56,61	-9,55	-----
Soma	-----	2,87	-----	-----	2,00	-----
Ciclo de lançamento	15,60	0,22	1,41	66,80	0,15	0,22

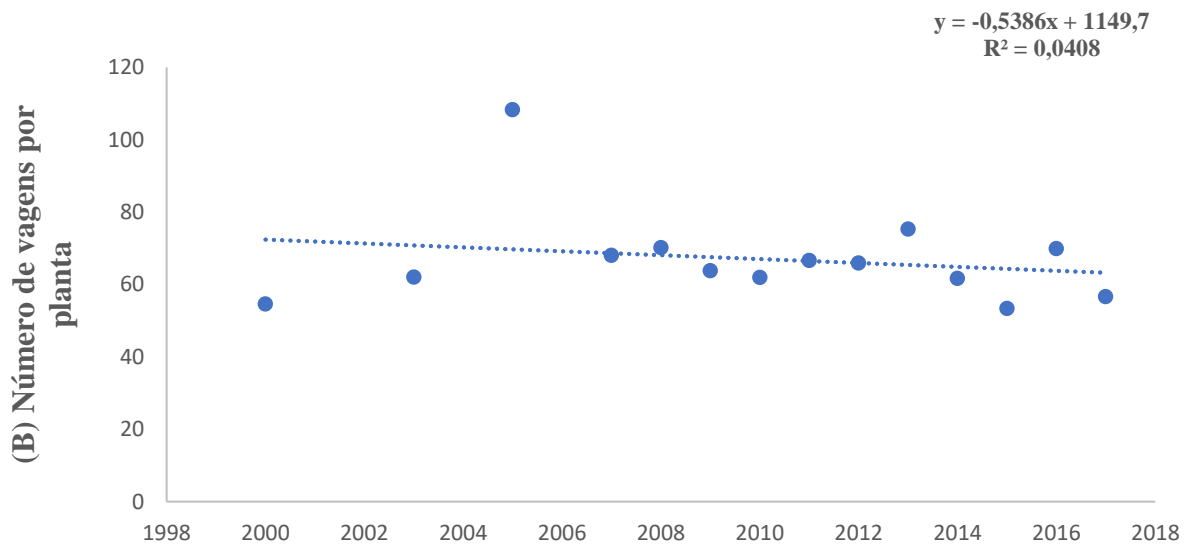
691 ⁶Diferença entre a média observada em um dado ano i' e a média do ano imediatamente
 692 posterior i .
 693

694 Também foram observados incrementos no número de vagens por planta, em que
 695 se obteve o progresso genético anual de 0,15 ou 0,22% (Tabela 7). Segundo Mundstock
 696 (2005), o NVP é o componente de produção primário mais importante e com maior
 697 potencial de seleção na busca de incremento de produtividade de grãos. Já para o número
 698 de grãos por planta o progresso genético anual foi de - 0,62 ou - 0,45 (Tabela 8), havendo
 699 decréscimo durante os anos de avaliação.

700 A cultivar 4, lançada no ano de 2005 limitou maior progresso genético destas duas
 701 características pela alta média apresentada (Tabela 3). E faz com que, mesmo demonstrando
 702 progresso genético anual positivo para NVP a linha de tendência tenha decréscimo com o
 703 passar dos anos (Fig. 2B, 3A).



704



705

706 Figura 2. Progresso genético para massa de cem grãos (A) e número de vagens por planta
707 (B), lançadas entre os anos 2000 e 2017.

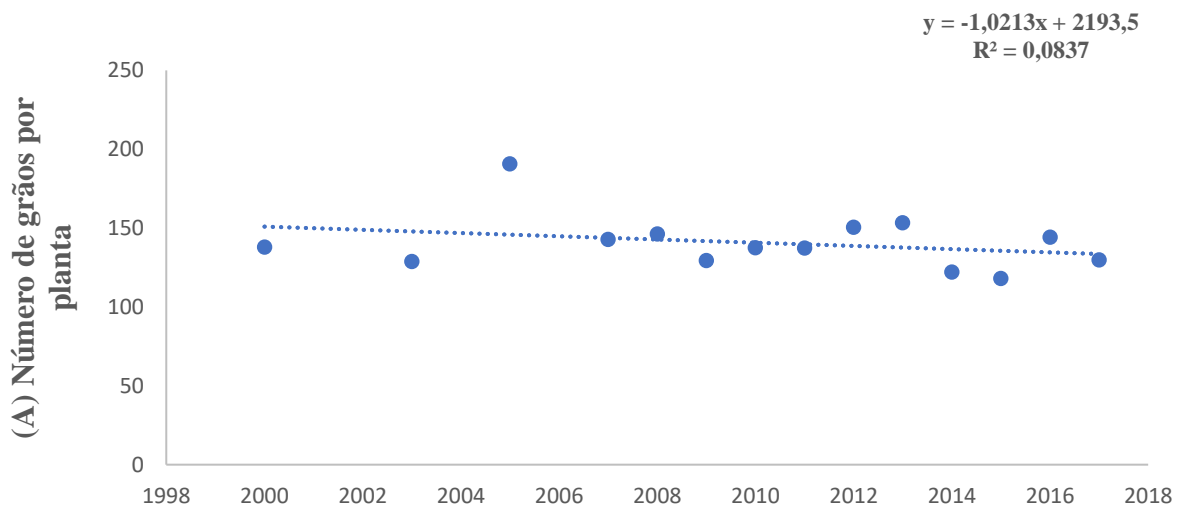
708 O progresso genético para altura de plantas foi negativo, reduzindo a altura em
709 0,81cm ao ano, com decréscimo médio de -0,86% ao ano (Tabela 9). Portanto, o
710 melhoramento tendeu a selecionar cultivares com porte mais baixo quando comparadas
711 com as cultivares mais antigas (Fig. 3B), resultado semelhante ao obtido, foi encontrado
712 por Ramteke *et al.* (2010), que encontraram redução de 26,31% na estatura de plantas
713 entre os anos de 1969 e 2008.

714

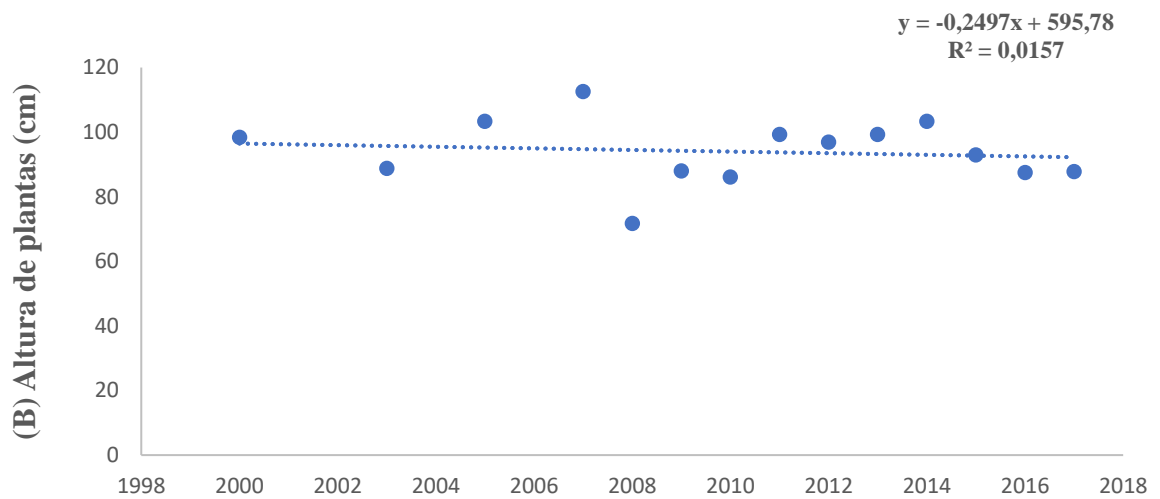
715 Tabela 8. Progresso genético (ΔG) para Número de grãos por planta (NGP) e Altura de
 716 planta (ALT) nos 18 anos do programa de melhoramento genético de soja.

Ano	NGP	$(\bar{Y}_{i'} - \bar{Y}_i)^1$	$\Delta G(\%)$	ALT	$(\bar{Y}_{i'} - \bar{Y}_i)^1$	$\Delta G(\%)$
2000	137,95	-----	-----	98,33	-----	-----
2003	128,96	-8,99	-----	88,75	-9,58	-----
2005	190,86	61,90	-----	103,33	14,58	-----
2007	142,99	-47,87	-----	112,50	9,17	-----
2008	146,44	3,45	-----	71,67	-40,83	-----
2009	129,48	-16,96	-----	87,96	16,30	-----
2010	137,70	8,22	-----	86,11	-1,85	-----
2011	137,41	-0,29	-----	99,27	13,16	-----
2012	150,65	13,24	-----	96,88	-2,40	-----
2013	153,44	2,78	-----	99,26	2,38	-----
2014	133,76	-19,68	-----	102,08	2,82	-----
2015	95,71	-38,05	-----	102,92	0,83	-----
2016	131,84	36,13	-----	81,25	-21,67	-----
2017	129,85	-1,99	-----	87,78	6,53	-----
Soma	-----	-8,10	-----	-----	-10,56	-----
Ciclo de Lançamento	139,07	-0,62	-0,45	94,15	-0,81	-0,86

717 ⁷Diferença entre a média observada em um dado ano i' e a media do ano imediatamente posterior
 718 i .
 719



720



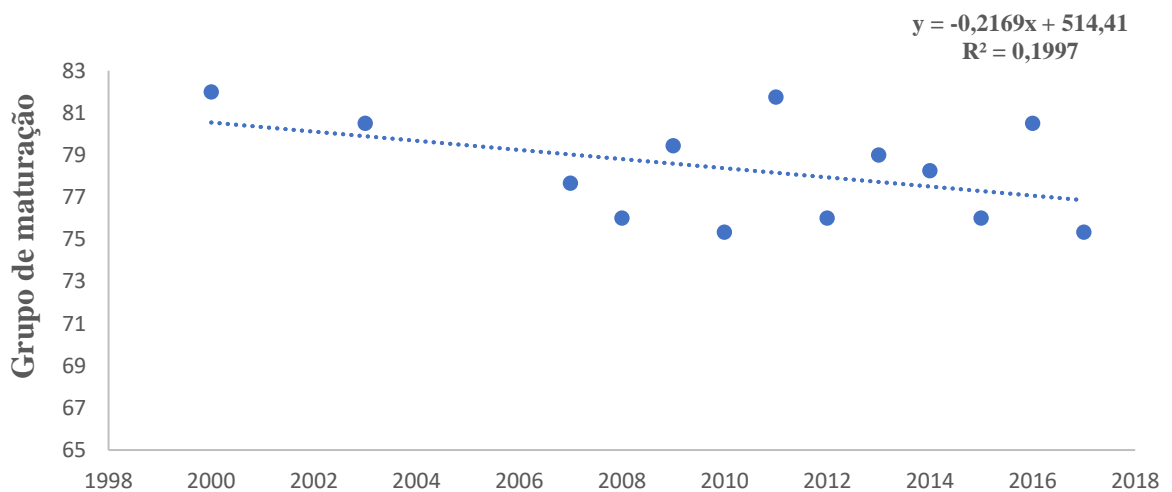
721

722 Figura 3. Progresso genético para número de grãos por planta (A) e número de vagens por
 723 planta (B) lançadas entre os anos 2000 e 2017.

724

725 Apesar de haver algumas cultivares lançadas com o ciclo próximo ou até maior do
 726 que os mais antigos, os quais são necessários para se alcançar uma fatia do mercado e
 727 trazer opções no portfólio, no geral, houve tendência na diminuição do ciclo dos
 728 cultivares lançados com o passar dos anos (Figura 4). Mostrando que a seleção para esta
 729 característica está sendo eficiente dentro do programa.

730
 731
 732
 733



734
 735
 736
 737

734 Figura 4. Progresso genético para grupos de maturação lançadas entre os anos 2000 e
 735 2017.

738
739
740
741
742
743
744
745
746
747
748
749
750
751
752
753
754
755
756
757
758
759
760
761
762

5. CONCLUSÕES

O programa de melhoramento de soja tem alcançado sucesso no incremento na produtividade de grãos, evidenciando a eficiência das técnicas de melhoramento utilizadas no programa.

A seleção acompanhou as tendências de mercado da região, com destaque para diminuição do ciclo dos cultivares lançados com o passar dos anos. Isso se deve a demanda que visa a antecipação da colheita de soja, e conseqüentemente, um plantio antecipado de milho segunda safra.

Este fato possibilita maior segurança na condução de duas culturas altamente rentáveis por ano e respeitando o histórico das condições climáticas da região. Sendo que este fator pode ter limitado maior incremento em produtividade.

763

764

765

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

766

767

Abreu, A.F.B., M.A.P. Ramalho, M.J.B. Andrade, I.A. Pereira Filho. 1994. Progresso do melhoramento genético do feijoeiro nas décadas de setenta e oitenta nas regiões Sul e Alto Paranaíba em Minas Gerais. Pesquisa Agropecuária Brasileira 29: 105-112.

769

770

771

Bacaxixi, P., L. Rodrigues, E. Brasil, C. Bueno, H. Ricardo, P. Epiphanyo, D.P. Silva, B.M.C. Barros, T.F. Silva, G. Bosquê. 2011. A soja e seu desenvolvimento no melhoramento genético. Revista Científica Eletrônica de Agronomia. 20.

772

773

774

775

Barbosa, M. C., A. de Lucca e Braccini, C. A. Scapim, L. Paiola Albrecht, G. Guillen Piccinin, C Zucareli. 2013. Desempenho agrônômico e componentes da produção de cultivares de soja em duas épocas de semeadura no arenito caiuíá. Semina: Ciências Agrárias, 34.

776

777

778

779

Barili, L.D. 2015. Evol. dos cultivares de feijão carioca recomendados no Brasil. Tese de Doutorado, UFV, Viçosa, 38p.

780

781

782

783

Bevilaqua, G. A. P., Silva Filho, P. M., Possenti, J. C. 2002. SEEDS, PHYSIOLOGICAL QUALITY OF SOYBEAN. Aplicação foliar de cálcio e boro e componentes de rendimento e qualidade de sementes de soja. Ciência Rural. 32.

784

785

786

787

Bobrowski, V. L., L. M. Fiuza, G. Pasquali, M. H. Bodanese-Zanettini. 2003. Genes de *Bacillus thuringiensis*: uma estratégia para conferir resistência a insetos em plantas. Ciência rural, Santa Maria, RS. 34: 843-844.

788

789

790

Breseghello, F., O. P. Morais, P. H. N. Rangel. 1998. A new method to estimate genetic gain in annual crops. Genet. Mol. Biol., Ribeirão Preto. 21: 551-555.

791

792

793

794

Canteri, M. G., R. A. Althaus, J. S. Virgens Filho, E. A. Gigliotti, C. V. Godoy. 2001. SASM - Agri : Sistema para análise e separação de médias em experimentos agrícolas pelos métodos Scoft - Knott, Tukey e Duncan. Revista Brasileira de Agrocomputação. 1: 18-24.

795

796

797

798

Cargnin, A. 2007. Melhoramento de plantas: progresso genético e ambiental. Embrapa Cerrados-Documentos.

799

800

801

Cargnin, A., M.A. Souza, P.C.S. Carneiro, V. Sofiatti. 2006. Interação entre genótipos e ambientes e implicações em ganhos com seleção em trigo Pesquisa Agropecuária Brasileira 41: 987-993.

802

803

804

805

Carvalho, C. G. P., C. A. A. Arias, J. F. F. de Toledo, L. A. de Almeida, R. A. de Souza Kiihl, M. F. de Oliveira, C. Takeda. 2003. Proposta de classificação dos coeficientes de variação em relação à produtividade e altura da planta de soja. Pesquisa Agropecuária Brasileira. 38: 187-193.

806

807

808

809

810 **Carvalho, C. G. P., C. A. A. Arias, J. F. F. de Toledo, L. A. de Almeida, R. A. S. Kiihl,**
811 **M. F. de Oliveira. 2002.** Interação genótipo x ambiente no desempenho produtivo da soja
812 no Paraná. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 37: 989-100.
813
814 **Colussi, J., C.R. Weiss, Â.R.L. de Souza & L. de Oliveira. 2016.** O agronegócio da
815 soja: Uma análise da rentabilidade do cultivo da soja no Brasil. *Revista ESPACIOS*.
816 37:23.
817
818 **Companhia Nacional de Abastecimento – Conab. 2018.** Acomp. safra bras. grãos, Safra
819 2018/19 - Terceiro levantamento, Brasília. 6: 1-127.
820
821 **Costa, M. M., A. O. D. Mauro, S. H. Unêda - Trevisoli, N. H. C. Arriel, I. M. Bãrbaro,**
822 **F. R. S. Muniz. 2004.** Ganho genético por diferentes critérios de seleção em populações
823 segregantes de soja. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília. 39: 1095-1102.
824
825 **Cruz, C. D., P. C. Souza Carneiro. 2006.** Modelos biométricos aplicados ao
826 melhoramento genético. Universidade Federal de Viçosa.
827
828 **CRUZ, C.D. 2016.** Genes Software-extended and integrated with the R, Matlab and
829 Selegen. *Acta Scientiarum. Agronomy*. 38:547-552.
830
831 **Cruz, C.D., A.J. Regazzi, & P.C.S. Carneiro. 1994.** Diversidade genética. Modelos
832 biométricos apl. ao melhoramento genético. UFV, Viçosa, 287-313.
833
834 **Cruz, C.D., A.J. Regazzi, & P.C.S. Carneiro. 1997.** Métodos biométricos aplicados ao
835 melhoramento genético. *Viçosa: Editora UFV*, 390.
836
837 **de Freitas, M. D. C. M., O. T. Hamawaki, M. R. Bueno, M. C. Marques. 2010.** Época
838 de semeadura e densidade populacional de linhagens de soja UFV de ciclo semitardio.
839 *Bioscience Journal*, 26.
840
841 **Embrapa. 2016.** Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária.
842 <https://www.embrapa.br/soja/cultivos/soja1/dados-economicos>. Acessado em 21 de
843 Janeiro de 2017.
844
845 **Falconer, D.S. & T.F.C. Mackay. 1996.** *Introd. to quantitative genetics*. London:
846 Longman Scientific and Technical, 464p.
847
848 **Faria, A.P., N.S.F. Júnior, D. Destro & R.T. Faria. 2007.** Ganho genético na cultura da
849 soja. *Semina: Ciências Agrárias, Londrina*, 28: 71-78.
850
851 **Faria, L. C. de, P. G. S. Melo, L. C. Melo, H. S. Pereira, M. J. Del Peloso, A. J. B. P.**
852 **Brás, ... & J. L. Cabrera Diaz. 2013.** Progresso genético em 22 anos de melhoramento
853 do feijoeiro-comum do grupo carioca no Brasil. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE
854 MELHORAMENTO DE PLANTAS, 7., Uberlândia.
855
856 **Farias, J. R. B., A. L. Nepomuceno, N. Neumaier. 2007.** *Ecofisiologia da soja*. Embrapa
857 Soja-Circular Técnica (INFOTECA-E).

858 **Fernandes, J. S. C. 1988.** Estabilidade ambiental de cultivares de milho (*Zea mays* L.)
859 na região Centro Sul do Brasil. Tese (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz
860 de Queiroz”/USP, Piracicaba.
861

862 **Fonseca Júnior, N.S. da. 1997.** Prog. genético na cultura do feijão no Estado do Paraná
863 para o período de 1977 a 1995. Tese de Doutorado, ESALQ, Piracicaba, 160p.
864

865 **Hansen, G. & M. S. Wright. 1999.** Recents advances in the transformation of
866 plants. *Trends in Plant Science*. 4: 226-31.
867

868 **Kaster, M., & Farias, J. 2011.** Regionalização dos testes de VCU-Valor de Cultivo e
869 Uso de cultivares de soja-terceira aproximação. In Embrapa Soja-Artigo em anais de
870 congresso (ALICE). In: REUNIÃO DE PESQUISA DE SOJA DA REGIÃO CENTRAL
871 DO BRASIL, 32, São Pedro, SP. Resumos expandidos... Londrina: Embrapa Soja. 231-
872 235.
873

874 **Klahold, C. A. 2005.** Resposta da soja (*Glycine max* (L.) Merrill) à ação de
875 bioestimulante.
876

877 **Linzmeier Junior, R., V. F. Guimarães, D. dos Santos, M. H. Bencke. 2008.** Influência
878 de retardante vegetal e densidades de plantas sobre o crescimento, acamamento e
879 produtividade da soja. *Acta Scientiarum. Agronomy*, 30.
880

881 **Medina, G., G. Ribeiro & E.M. Brasil. 2016.** Participação brasileira na cadeia da soja:
882 lições para o futuro do agronegócio nacional. *R. de Econ. e Agronegócio*, 13: 4-9.
883

884 **Melo, L.C., P.G.S. Melo, L.C. Faria, J.L.C. Diaz, M.J. Del Peloso, C.A. Rava, J.G.C.**
885 **Costa. 2007.** Interação com ambientes e estabilidade de genótipos de feijoeiro-comum na
886 Região Centro-Sul do Brasil. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 42: 715-723.
887

888 **Meotti, G. V., G. Benin, R. R. Silva, E. Beche, L. B. Munaro. 2012.** Épocas de
889 semeadura e desempenho agrônomo de cultivares de soja. *Pesquisa Agropecuária*
890 *Brasileira*, 47: 14-21.
891

892 **Miyasaka, S. & J.C. Medina. 1981.** Introd. e Evol. da soja no Brasil. In: *A Soja no Brasil*.
893 Campinas, p.17-22.
894

895 **Moda-Cirino, V., A.C. Gerage, C.R. Riede, G.H. Sera, M. Takahashi, N.S. Abbud &**
896 **T. Sera. 2012.** Plant breeding at Instituto Agrônomo do Paraná: IAPAR. *Crop Breeding*
897 *and Applied Biotechnology*, 12: 25-30.
898

899 **Morais, O. P., N. S. Abbud. 1993.** Subsídios para avaliação do progresso genético dos
900 programas estaduais de melhoramento de arroz no Brasil. Goiânia: Embrapa – CNPAF.
901 26 p.
902

903 **Moura, M.M., P.C.S. Carneiro, J.E.S. Carneiro, C.D. Cruz. 2013.** Potencial de
904 caracteres na avaliação da arquitetura de plantas de feijão. *Pesquisa Agropecuária*
905 *Brasileira* 48: 417-425.
906

907 **Mundstock, C. M., A. L. Thomas. 2005.** Soja: fatores que afetam o crescimento e o
908 rendimento de grãos. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul.
909

910 **Padgett, S. R., K. H. Kolacz, X., Re, D. B. Delannay, B. J., Tinius, C. N. LaVallee,**
911 **W. K. Rhodes, Y. I. Otero, G. F. Barry, D. A. Eichholtz, V. M. Peschke. 1995.**
912 Development, identification, and characterization of a glyphosate-tolerant soybean
913 line. *Crop Science*. 35: 1451-1461.
914

915 **Pereira, H.S., L.C. Melo, M.J. Del Peloso, L.C. Faria, J.G.C. Costa, J.L.C. Diaz, C.A.**
916 **Rava, A. Wendland. 2009.** Comparação de métodos de análise de adaptabilidade e
917 estabilidade fenotípica em feijoeiro comum. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 44: 374-
918 383.
919

920 **Pípolo, V.C. & J.E. Garcia. 2006.** Biotecnologia na Agricultura: Aplicações e
921 biossegurança. 8: 213-231.
922

923 **Pompeu, A.S. 1993.** O melhoramento de plantas no Instituto Agronômico. São Paulo:
924 Imprensa Oficial do Estado de São Paulo. p.111-156.
925

926 **Praça, L. B., A. C. Batista, E. S. Martins, C. B. Siqueira, D. G. S. Dias, A. C. M. M.**
927 **Gomes, R. Falcão, R. G. Monnerat. 2004.** Estirpes de *Bacillus thuringiensis* efetivas
928 contra insetos das ordens Lepidoptera, Coleoptera e Díptera. *Pesquisa Agropecuária*
929 *Brasileira*. Brasília.
930

931 **R Development Core Team. 2016.** R: A Language and Environment for Statistical
932 Computing. R Foundation for Statistical Computing. Vienna, Austria.
933

934 **Ramalho, M.A.P., L.A.S. Dias, B.L. Carvalho. 2012.** Contributions of plant breeding in
935 Brazil - progress and perspectives. *Crop Breeding and Applied Biotechnology* 2: 111-120.
936

937 **Ramteke, R., G. K. Gupta, P. Murlidharan & S. K. Sharma. 2011.** Genetic progress
938 of soybean varieties released during 1969 to 2008 in India. *The Indian Journal of Genetics*
939 *and Plant Breeding*, 71: 330-340.
940

941 **Rangel, M. A. S., A. Minuzzi, A. de Lucca e Braccini, C. A. Scapim, P. C. Cardoso.**
942 **2007.** Efeitos da interação genótipos x ambientes no rendimento de grãos e nos teores de
943 proteína de cultivares de soja. *Acta Scientiarum. Agronomy*, 29.
944

945 **Reis, E. F., M. S. Reis, C. D. Cruz, T. Sedyama. 2004.** Comparação de procedimentos
946 de seleção para produção de grãos em populações de soja. *Ciência Rural*, Santa Maria.
947 34:685-692.
948

949 **Ribeiro, N. D., S. B. Possebon, L. Storck. 2003.** Progresso genético em caracteres
950 agronômicos no melhoramento do feijoeiro. *Ciência Rural*. 33.
951

952 **Rossmann, H. 2001.** Estimativas de parâmetros genéticos e fenotípicos de uma pop. de
953 soja avaliada em quatro anos. Tese de Doutorado, ESALQ, Piracicaba, 80p.
954

955 **Scott, A.J., M.A. Knott. 1974.** A cluster analysis method for grouping means in the
956 analysis of variance *Biometrics* 30: 507-512.

- 957 **Sediyama, T. 2009.** Origem, evolução e importância econômica. In: Tecnologias de prod.
958 e usos da soja. Londrina, 314p.
- 959
- 960 **Toledo, F.H.R.B. 2014.** Prog. genético simultâneo: um exemplo de aplicação no
961 melhoramento do tabaco. Tese de Doutorado, USP, São Paulo. 74p.
- 962
- 963 **Toledo, J. F. de, L. A. de Almeida, R. A. D. S. Kiihl, & O. G. Menosso. 1990.** Ganho
964 genético em soja no estado do Paraná, via melhoramento. Pesquisa Agropecuária
965 Brasileira. 25: 89-94.
- 966
- 967 **Torres, F. E., P. E. Teodoro, E. Sagrilo, G. Ceccon, A. M. Correa. 2015.** Interação
968 genótipo x ambiente em genótipos de feijão-caupi semiprostrado via modelos mistos.
969 Embrapa Meio-Norte-Artigo em periódico indexado (ALICE).
- 970
- 971 **Vencovsky, R., A.R. Moraes, J.C. Garcia & N.M. Teixeira. 1986.** Prog. genético em
972 vinte anos de melhoramento de milho no Brasil. Piracicaba. 22p.
- 973
- 974 **Vencovsky, R. & P. Barriga. 1992.** Genética biométrica no fitomelhoramento. Ribeirão
975 Preto: Sociedade Brasileira de Genética.
- 976
- 977