

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

1  
2

26

27

28 ESTIMATIVA DO PROGRESSO GENÉTICO: UM EXEMPLO APLICADO EM 18

29 ANOS DO MELHORAMENTO DE SOJA

30

31 por

32

33 LUÍS HENRIQUE RIBEIRO DE CAMPOS

34

35

36

37

38

39 Comitê de Orientação:

40 Prof. Dr. Pablo Diego Silva Cabral – IFGoiano

41 Prof. Dr. Gustavo Castoldi - IFGoiano

42

43

44

45

46

47

48

49

50

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  
77  
78  
79  
80  
81  
82  
83

84  
85  
86

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,

88  
89

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

5  
6

**TERMO DE CIÊNCIA E DE AUTORIZAÇÃO PARA DISPONIBILIZAR PRODUÇÕES TÉCNICO-CIENTÍFICAS NO REPOSITÓRIO INSTITUCIONAL DO IF GOIANO**

Com base no disposto na Lei Federal nº 9.610/98, AUTORIZO o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano, a disponibilizar gratuitamente o documento no Repositório Institucional do IF Goiano (RIIF Goiano), sem ressarcimento de direitos autorais, conforme permissão assinada abaixo, em formato digital para fins de leitura, download e impressão, a título de divulgação da produção técnico-científica no IF Goiano.

**Identificação da Produção Técnico-Científica**

- Tese  Artigo Científico  
 Dissertação  Capítulo de Livro  
 Monografia – Especialização  Livro  
 TCC - Graduação  Trabalho Apresentado em Evento  
 Produto Técnico e Educacional - Tipo: \_\_\_\_\_

Nome Completo do Autor: Luís Henrique Ribeiro de Campos

Matrícula: 2017102331540046

Título do Trabalho: Estimativa do progresso genético: Um exemplo aplicado em 18 anos do melhoramento de soja.

**Restrições de Acesso ao Documento**

Documento confidencial:  Não  Sim, justifique: \_\_\_\_\_

Informe a data que poderá ser disponibilizado no RIIF Goiano: 15/07/19

O documento está sujeito a registro de patente?  Sim  Não

O documento pode vir a ser publicado como livro?  Sim  Não

**DECLARAÇÃO DE DISTRIBUIÇÃO NÃO-EXCLUSIVA**


O/A referido/a autor/a declara que:

- o documento é seu trabalho original, detém os direitos autorais da produção técnico-científica e não infringe os direitos de qualquer outra pessoa ou entidade;
- obteve autorização de quaisquer materiais incluídos no documento do qual não detém os direitos de autor/a, para conceder ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano os direitos requeridos e que este material cujos direitos autorais são de terceiros, estão claramente identificados e reconhecidos no texto ou conteúdo do documento entregue;
- cumpriu quaisquer obrigações exigidas por contrato ou acordo, caso o documento entregue seja baseado em trabalho financiado ou apoiado por outra instituição que não o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano.

RIO VERDE 22/07/19  
Local Data

  
Assinatura do Autor e/ou Detentor dos Direitos Autorais

Ciente e de acordo:

  
Assinatura do(a) orientador(a)

90

91

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.

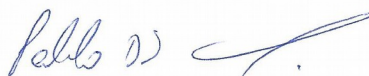
APROVADA em 28 de fevereiro de 2019.



Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> 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

92

93

94

9  
10

95

96

97

## AGRADECIMENTOS

98

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

99

Aos meus pais, Luís Geraldo e Josemeri, pelo incentivo em sempre estar

100

buscando novos desafios e conhecimentos.

101

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

102

momentos.

103

A minha esposa Dayane, por me acompanhar durante toda a caminhada,

104

principalmente nos momentos mais difíceis, sempre aconselhando com serenidade e

105

ajudando em tudo o que foi possível.

106

A empresa e aos colaboradores da Coodetec, por me auxiliarem durante todo o

107

projeto, desde a disponibilidade de tempo, estrutura fornecida e trabalho propriamente

108

dito, pois sem isso seria impossível a conclusão do projeto. Em especial, agradeço à

109

Bruna de Oliveira, que me forneceu todo o incentivo e suporte necessários em todos os

110

momentos, por mais difíceis que poderiam ser, em virtude da carga de trabalho.

111

Ao meu orientador Pablo Cabral, pela parceria e compreensão em diferentes

112

momentos neste período, o que só confirma o excelente profissional e pessoa que é.

113

Ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano e ao Programa de

114

Pós-Graduação em Bioenergia e Grãos, pela oportunidade, os quais, foram fundamentais

115

no desenvolvimento deste formato de programa, disponibilidade de toda sua estrutura e

116

excelentes profissionais.

117

Por fim, a Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Goiás, que através da

118

disponibilidade da bolsa, proporcionou aumento de possibilidades em busca do aumento,

119

a qualidade e amplitude do projeto.

120

121

122

## SUMÁRIO

123

Página

124 RESUMO..... 1

125 ABSTRACT..... 3

126 1. INTRODUÇÃO..... 5

127 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA..... 7

128 3. MATERIAL E MÉTODOS..... 13

129 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO..... 18

130 5. CONCLUSÕES..... 32

131 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS..... 33

132

133

134 ESTIMATIVA DO PROGRESSO GENÉTICO: UM EXEMPLO APLICADO EM 18

135 ANOS DO MELHORAMENTO DE SOJA

136

por

137

LUÍS HENRIQUE RIBEIRO DE CAMPOS

138

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

139

RESUMO

140

141

142

143

144

145

146

147

148

149

150

151

152

153

154

155

156

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 genotípicas 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

15

16



157 altura de plantas (ALT). Para a estimação do progresso genético obtido foi utilizado o  
158 método direto. As médias dos caracteres foram agrupadas pelo método de agrupamento  
159 de Scott e Knott (1974). Observou-se neste período, progresso genético para  
160 produtividade de grãos de 28,80 kg ha<sup>-1</sup> ou 2,65% ao ano. Também, houve ganho para os  
161 caracteres que formam os componentes da produção como: massa de cem grãos (3,74%  
162 ao ano), número de vagens por planta (3,19% ao ano), número de grãos por planta  
163 (1,53% ao ano). Conclui-se que a estratégia de seleção adotada pelo programa de  
164 melhoramento, foi eficiente em promover o progresso genético para a produtividade de  
165 grãos e também na diminuição do ciclo dos cultivares lançados com o passar dos anos,  
166 evidenciando a eficiência das técnicas de melhoramento utilizadas.

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

169

170

171

172 ESTIMATION OF GENETIC PROGRESS: AN EXAMPLE APPLIED IN 18 YEARS

173

OF SOYBEAN BREEDING

174

by

175

LUÍS HENRIQUE RIBEIRO DE CAMPOS

176

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

177

ABSTRACT

178

The genetic breeding of plants is essential for global food supply maintenance,

179

and must grow in the same direction of population growth and climate change. Public

180

and private companies invest in research and development searching by technological

181

solutions allied to increased productivity so that they turn competitive and remain in the

182

country's seed market. Genetic progress is a way of expressing whether investments and

183

the breeding method are being efficient in their goals in different cultures, verifying if

184

the genotypic averages of the interest characters are moving towards during successive

185

cycles. This study objective was to estimate the genetic progress of soybean varieties

186

developed by soybean breeding program for 18 years of research. Trials were conducted

187

in 2 environments during the season 2017/2018 located in the city of Rio Verde, Goiás.

188

Field trials including 54 varieties released between 2000 and 2017 and 5 leading

189

varieties cultivated in this environment. The trials were arranged in a randomized blocks

190

design, with 3 replications. The following agronomic traits related to yield were

191

evaluated: grain yield (PROD), 100 seed weight (MCG), pods per plant number (NVP),

192

grains per pod number (NGV). The direct method was selected to estimate the genetic

193

progress. The traits averages were grouped by Scott and Knott (1984). During these

194

years, the genetic progress was observed for grain yield (PROD) in a ratio of 28.8 kg ha-

19

3

20

195 1 or 2.65% per year at breeding program. Gains were also observed for others yield  
196 related traits: 100 grain weight (3.74% per year), pods per plant number (3.19% per  
197 year), grains per plant number (1.53% per year). Therefore, it can be concluded that the  
198 breeding selection strategy adopted by breeding program was efficient to promote the  
199 genetic progress for yield during these years and in the reduction of the launched  
200 cultivars cycle, evidencing the efficiency of the breeding techniques used.

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

203

204

## 205 **1. INTRODUÇÃO**

206 A domesticação da soja (*Glycine max* (L.) Merrill) teve início há cerca de 1.100  
207 anos A.C., na região nordeste da China. Posteriormente, foi introduzida na Europa,  
208 América do Norte e em seguida na América do Sul (Sediyama, 2009). No Brasil, no final  
209 do século XIX, foi introduzida no estado da Bahia, no qual as cultivares de origem norte  
210 americana não tiveram boa adaptação na latitude em torno de 12 graus Sul. No ano de  
211 1891, em Campinas - São Paulo, a introdução de novas cultivares promoveu maior  
212 desenvolvimento da cultura, logo sendo introduzida em outros estados, como Rio  
213 Grande do Sul, Minas Gerais, Santa Catarina, Goiás e Paraná, respectivamente  
214 (Miyasaka & Medina, 1981).

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

220 Com o passar dos anos, o interesse econômico estimulou a busca por maior  
221 conhecimento agrônômico da cultura, difundindo-a por praticamente todo o território  
222 nacional agricultável. Sendo que hoje, o Brasil destaca-se como segundo maior produtor  
223 mundial de soja e nos últimos anos tem aumento crescente de produtividade. Na safra  
224 2017-18 produziu 119,281.7 milhões de toneladas com área plantada de 35,149.2  
225 milhões de hectares, alcançando a produtividade média de 3394 kg ha<sup>-1</sup> (CONAB, 2018).  
226 Projeções estimam que a produção brasileira de soja para a safra 2024/2025 aumente  
227 para 126,2 milhões de toneladas, e que a área cultivada com a cultura aumente 9,7

228 milhões de hectares no mesmo período, chegando em 2025, a 41,2 milhões de hectares  
229 (Colussi, 2016).

230 Esse aumento da produção deve-se ao crescente investimento em pesquisas e  
231 tecnologias, aliados ao compartilhamento de informações técnicas pelas empresas  
232 públicas e privadas, aumentando assim a eficiência do manejo da cultura (Medina *et al.*,  
233 2016).

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

237 Ao falar em progresso genético, deve-se primeiro fazer a distinção entre o  
238 progresso esperado, baseado no coeficiente de herdabilidade e no diferencial de seleção,  
239 e o progresso obtido, relativo aos ganhos nas características fenotípicas e performances  
240 dos genótipos no transcorrer dos ciclos sucessivos de seleção (Falconer & Mackay,  
241 1996).

242 É importante também, que se avalie todos os componentes da produtividade para  
243 acompanhar as características relevantes da cultura (Moda Cirino *et al.*, 2012). Os  
244 caracteres que influenciam diretamente na produtividade estão correlacionados entre si  
245 em vários sentidos, sendo assim, a seleção de um caráter pode proporcionar alterações  
246 em outros, podendo não ser de interesse para o melhoramento genético (Rossmann,  
247 2001).

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

253

254

255

256

257

## 258 **2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

### 259 **2.1. Estimativas do progresso genético.**

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

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

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

278 Em programas de melhoramento genético, a obtenção de estimativas que  
279 quantificam os parâmetros genéticos e fenotípicos, tais como herdabilidades, correlações  
280 genéticas e fenotípicas e ganhos esperados com seleção, tem grande importância, pois  
281 ajudam a medir a eficiência do método que está sendo utilizado, definindo se os  
282 principais objetivos do programa estão sendo alcançados e, caso necessário, possibilita  
283 ajustes na estratégia no método de melhoramento (Rossmann, 2001). Desta forma, o  
284 programa de melhoramento pode focar em características de maior importância  
285 econômica com maior eficiência em determinada região de interesse, e suprir o mercado  
286 de acordo com a sua demanda (Faria *et al.*, 2007). Assim, é fundamental que se avalie o  
287 sucesso obtido, fruto da seleção, e que auxilia no processo de decisão, a fim de avaliar a  
288 eficiência das técnicas utilizadas ou a serem implementadas (Cruz & Regazzi, 1994).

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

293 Diversos métodos foram desenvolvidos a fim de estimar o progresso genético  
294 obtido em programas de melhoramento, como o método direto, método de Fernandes  
295 (1988), método de Morais & Abbud (1993), método de Breseghello *et al.* (1998),  
296 método de regressão com dados originais, método da testemunha como fator de  
297 correção, método de regressão com dados standardizados, método de Fonseca Júnior  
298 (1997) e o método de Vencovsky (1986) (Cargnin 2007).

299 Na metodologia de Vencovsky *et al.* (1986), os autores utilizam a diferença entre  
300 a produtividade média dos tratamentos comuns, a cada par de anos, para estimar o efeito  
301 do ano. Assim, o ganho genético anual é obtido pela diferença entre a produtividade  
302 média dos genótipos não comuns de um ano e a do ano imediatamente anterior. Deste

303 contraste, subtrai-se o efeito de ano, estimado pela diferença entre a média do grupo de  
304 genótipos comuns nesses dois anos consecutivos.

305 Toledo *et al.* (1990) avaliaram a eficiência do programa de melhoramento  
306 genético de soja no Paraná no período entre 1981 a 1986. Os autores observaram ganhos  
307 de 1,8 e 1,3% para os genótipos de maturação precoce e semiprecoce, respectivamente.  
308 Eles argumentam que, embora o programa tenha alcançado ganhos genéticos  
309 satisfatórios neste período, com o uso de técnicas de genética quantitativa, permite-se  
310 identificar nas diferentes etapas do melhoramento que alguma seja passível de  
311 aperfeiçoamento, a fim de se atingir índices de progresso superiores aos obtidos no  
312 programa.

313 O progresso genético de 30 anos do programa de melhoramento de trigo no  
314 estado de Minas Gerais foi estimado por Cargnin (2007), que avaliou dados de  
315 produtividade e de grãos, em ensaios de valor de cultivo e uso no sistema irrigado e no  
316 sistema de sequeiro. O autor relatou progresso genético médio anual estimado no  
317 período de 48 kg.ha<sup>-1</sup> e 37 Kg.ha<sup>-1</sup>, o que corresponde a 1,84% e 6,7% ao ano nos  
318 sistemas irrigado e sequeiro, respectivamente. Com estes resultados, o autor concluiu  
319 que os ganhos são significativos e positivos e que a estimativa do ganho genético médio  
320 em produtividade de grãos reflete este sucesso.

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

327



## 328 **2.2. Interação Genótipos X Ambientes**

329 A interação genótipos x ambientes ocorre quando há respostas diferenciadas dos  
330 genótipos testados em ambientes distintos e devem ser distintas em relação a sua  
331 natureza. Quando não causa mudanças no ranqueamento dos genótipos entre ambientes é  
332 classificada como interação simples, já quando a interação altera o ranqueamento dos  
333 genótipos entre ambientes, esta é classificada como interação complexa (Vencovsky &  
334 Barriga, 1992).

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

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

344 Os caracteres de maior importância para o incremento genético, em sua maioria,  
345 são quantitativos, dificultando a seleção de indivíduos superiores, por apresentarem  
346 interação complexa e serem altamente influenciada pelo ambiente. (Falconer & Mackay,  
347 1996). Por esse motivo, é virtualmente impossível fixar todos os alelos em um único  
348 ciclo de seleção (Toledo, 2014).

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

353 Para a obtenção de cultivares de soja superiores dentro de um programa de  
354 melhoramento, é fundamental que a seleção vise uma série de caracteres favoráveis que  
355 confirmem produtividade de grãos mais elevadas e também características que satisfaçam  
356 as exigências de mercado da região. A seleção que não siga este modelo amplo de  
357 características mostra-se inadequada, e dificilmente desenvolverá cultivares que  
358 alcançarão espaço representativo no mercado (Cruz *et al*, 1997).

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

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

369

### 370 **2.3. Transgenia na Agricultura**

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

374 A biotecnologia, voltada ao desenvolvimento de variedades transgênicas, é uma  
375 ferramenta essencial que, aliada aos métodos convencionais de melhoramento genético,  
376 pode agregar na ampliação da diversidade alélica e auxiliar na obtenção do progresso  
377 genético no programa de melhoramento de diferentes culturas (Pípolo & Garcia, 2006).

378 A introdução de genes provenientes de diferentes espécies possibilita a inclusão de novas  
379 características para serem selecionadas nos programas de melhoramento, tais como:  
380 tolerância a herbicidas, tolerância a insetos, melhor qualidade nutricional, entre outros  
381 (Pípolo & Garcia, 2006).

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

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

393 Com a descoberta da eficiência da utilização destas bactérias e introdução em  
394 plantas de soja, passou a ter maior variabilidade genética na espécie, para esta  
395 característica. Isso possibilitou a hibridação das plantas descendentes com outras  
396 cultivares de soja que já apresentavam características de interesse voltadas a  
397 produtividade, e nas gerações seguintes realizar a seleção de plantas que combinassem o  
398 maior número de alelos favoráveis, incluindo o alelo de resistência (Pípolo e Garcia,  
399 2006).

400

401

402

403

404

405

406

407

408

### 409 **3. MATERIAL E MÉTODOS**

410 Os experimentos foram conduzidos na estação de pesquisa da Coodetec, situada na  
411 Rodovia Anel viário, km 0, Rio Verde, GO, (Latitude: 17°44'46.2"S, Longitude  
412 51°02'11.0"W). A estação de pesquisa está localizada na macrorregião sojícola 3 e  
413 microrregião 301, conforme a terceira aproximação do zoneamento agrícola, proposta  
414 por (Kaster & Farias, 2011).

415 As cultivares foram semeadas em duas épocas da safra 2017/18, a primeira no dia  
416 17 de outubro (RVI) e a segunda no dia 02 de novembro (RVII). Foram avaliadas 54  
417 cultivares de soja lançadas desde o ano 2000 até o ano de 2017 e 5 cultivares comerciais  
418 de empresas líderes de mercado (AS3797IPRO, DESAFIORR, M7110IPRO,  
419 M7739IPRO, M8210IPRO) (Tabela 1), que foram utilizadas como controle e definidas  
420 de acordo com a margem de atuação no mercado regional e também pelo grupo de  
421 maturação médio. Nos meses de julho a outubro de 2017, todas as cultivares foram  
422 multiplicadas, a fim de uniformizar vigor e germinação visando a instalação do  
423 experimento.

424 O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso com três  
425 repetições. As parcelas foram constituídas de 4 linhas de 4 metros de comprimento,  
426 espaçadas em 0,50 m entre linhas e com população final de plantas 300.000 plantas.

427 Todos os tratos culturais foram realizados de acordo com Embrapa (2016) no sentido de  
 428 se obter o máximo potencial produtivo da cultura.

429

<b>Ano</b>	<b>Genótipos</b>	<b>GM</b>	<b>Ano</b>	<b>Genótipos</b>	<b>GM</b>	
430	2000	1	82	2012	31	82
431	2003	2	80	2012	32	82
	2003	3	81	2013	33	77
432	2005	4	-	2013	34	72
	2007	5	85	2013	35	73
433	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			

435

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

437

438

439

41  
42

440

441

442

443 Foram avaliados os seguintes caracteres: (i) produtividade de grãos (PROD),  
444 obtida pela pesagem de cada parcela, ajustados a 13% de umidade e extrapolado para  
445 kg.ha<sup>-1</sup>; (ii) massa de cem grãos (MCG), em g, obtido pela média da tomada aleatória de  
446 100 grãos repetidos três vezes em cada parcela e pesado em balança digital, (iii) número  
447 de vagens por planta (NVP), contagem do número de vagens de 6 plantas amostradas  
448 aleatoriamente dentro de cada parcela e realizada a média; (iv) número de grãos por  
449 vagem (NGV), obtido pela divisão do número total de grãos pelo número total de  
450 vagens; e também a (v) altura de plantas (ALT), em cm, realizada através da medição da  
451 haste principal de 6 plantas aleatórias dentro de cada parcela.

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

457 
$$Y_{ijk} = \mu + a_i + r_{j/i} + g_k + GA_{ik} + \varepsilon_{ijk}$$

458 Em que,

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

461  $\mu$  : é a constante inerente a todas as observações, que pela restrição imposta é  
462 a média geral dos dados;

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

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

43

44

466  $g_k$  : é o efeito aleatório do genótipo  $k$  ;  
467  $GA_{ik}$  : é o efeito da interação entre o ambiente  $i$  e os genótipos  $k$  ;  
468  $\varepsilon_{ijk}$  : é o resíduo (erro aleatório) relativo às parcelas  $ijk, \varepsilon \sim N(0, \sigma^2)$  .

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

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

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

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

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

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

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

492

493

494

495

#### 496    **4. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

##### 497    **4.1. Análise de Variância e teste de médias.**

498            A fonte de variação interação genótipos x ambientes (GxA) foi significativa a  
499 1% de probabilidade pelo teste F para todas as características avaliadas (Tabela 2). A  
500 significância dessa interação se deve as constituições genéticas distintas dos diferentes  
501 genótipos, que se adaptam de maneiras diferentes quando há mudança de ambiente.  
502 Interação GxA significativas em plantas autógamas também foram observadas por  
503 Carvalho *et al.* (2003), Cargnin *et al.* (2006), Pereira *et al.* (2009), Moura *et al.* (2013) e  
504 Torres *et al.* (2015).

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

511

512

513



514  
515  
516  
517

518 Tabela 2. Resumo da análise de variância conjunta para produtividade de grãos (PROD  
519 em Kg ha<sup>-1</sup>), massa de cem grãos (MCG), em g, número de vagens por planta (NVP),  
520 número de grãos por planta (NGP) e altura de plantas (ALT em cm), das cultivares de  
521 soja lançadas entre 2000 e 2017. Rio Verde época I e II, 2017.

522<sup>ns</sup>, \*<sup>ns</sup>

Fonte de Variação	GL <sup>1</sup>	Quadrado Médio <sup>2</sup>				
		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 <sup>3</sup>		14,7	9,7	19,0	19,5	8,5

523\*, \*\*Não significativo e Significativo a 5 e 1% respectivamente pelo teste F.

524  
525  
526

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

536 Para o caráter PROD, nos dois ambientes, observou-se a formação de três  
537 grandes grupos pelo teste de agrupamento de médias de Skott Knott (Tabela 3).

538 Observou-se que 18 das 59 cultivares tiveram diferença significativa entre os ambientes,  
539 sendo que apenas duas (37 e 54) obtiveram médias superior no ambiente RVII,  
540 indicando que essas cultivares devem ser semeadas em segunda época. Na média, o  
541 ambiente RVI mostrou-se superior em relação a produtividade quando comparado com  
542 RVII, com diferença de 459,78 Kg ha<sup>-1</sup>, demonstrando que a maioria dos genótipos  
543 responde positivamente a antecipação do plantio na região para esta característica.

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

554

555

556

557

558

559

560

561

562

563

564

565 Tabela 3. Teste de médias para Produtividade de grãos (kg.ha<sup>-1</sup>) e Massa de cem grãos  
 566 (g) para os 18 anos do programa de melhoramento genético de soja em dois ambientes,  
 567 RVI 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

53  
54

20

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

568 <sup>2</sup>Médias seguidas pelas mesmas letras maiúscula na horizontal e letras minúsculas na  
569 vertical constituem grupo estatisticamente homogêneo, a 5% de probabilidade pelo teste  
570 Skott Knott.  
571

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

579

580

581

55  
56

582

583

584

585 Tabela 4. Teste de médias para Número de vagem por planta e Número de grãos por  
 586 vagem para os 18 anos do programa de melhoramento genético em dois ambientes, RVI  
 587 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

57  
58

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

588 <sup>3</sup>Médias seguidas pelas mesma letra maiúscula na horizontal e letras minúsculas na  
589 VERTICAL constituem grupo estatisticamente homogêneo, a 5% de probabilidade pelo  
590 teste Skott Knott.

591  
592

593 Não houve diferença significativa na média geral para ALT, quando comparadas  
594 entre ambientes (Tabela 5). Mostrando que a diferença de 15 dias entre plantios, não foi  
595 o suficiente para expressar alguma diferença para esta característica. Devido as suas  
596 características fenotípicas e a sua adaptabilidade ao ambiente exposto a cultivar 18  
597 destacou-se como a de porte mais baixo dentre todas as estudadas, apresentando 55,00 e  
598 41,66 cm nos ambientes RVDI e RVDII, respectivamente, já a cultivar 6 como a de porte  
599 mais alto, com 126,66 cm no ambiente RVDII e a segunda mais alta no ambiente RVDI  
600 com 115,00 cm (Tabela 5), demonstrando que a altura de plantas não influenciou

601 diretamente na produtividade (Tabela 3) e confirmando que uma característica isolada  
 602 pode não trazer aumento na produtividade (Rossmann, 2001).

603

604 Tabela 5. Teste de médias para Altura de Plantas para os 18 anos do programa de  
 605 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

606 <sup>4</sup>Médias seguidas pelas mesmas letras maiúsculas na horizontal e letras minúsculas na  
 607 VERTICAL constituem grupo estatisticamente homogêneo, a 5% de probabilidade pelo  
 608 teste Skott Knott.

609  
 610

611           Analisando em conjunto as tabelas das médias, observa-se que em algumas  
612 cultivares mesmo apresentando os valores de MCG, NVP, NGV superiores no ambiente,  
613 a PROD foi inferior. Isso influenciou na média geral destas características que o  
614 ambiente RVDI foi superior ao RDVII na PROD e nos caracteres que formam os  
615 componentes de produção (MCG, NVP, NGV) o ambiente RVDII foi superior ao RVDI,  
616 mostrando que para alguns cultivares a amostragem de 6 plantas aleatórias por parcela,  
617 não foi suficiente para representar a parcela avaliada, corroborando com os coeficientes  
618 de variação para essas características que foram altos (Tabela 2).

619

#### 620 **4.2. Progresso genético para os componentes da produção de grãos.**

621           Houve incremento na produtividade de grãos ao longo dos 18 anos de  
622 melhoramento genético, de 2000 a 2017 o progresso genético anual (  $\Delta G$  ) para a  
623 produtividade de grãos do programa foi de 0,72% ao ano, o que corresponde 28,80  
624 kg.ha<sup>-1</sup> por ano (Tabela 6). Nota-se que a cultivar 1 lançada no ano 2000, mais antiga do  
625 histórico de dados, superou 4600 kg.ha<sup>-1</sup>, mostrando-se altamente produtiva e semelhante  
626 às cultivares lançadas no ano 2008, 2014 e 2017 e não diferem estatisticamente das  
627 cultivares mais produtivas, inclusive das cultivares controle (Tabela 3). Por essa razão o  
628 progresso genético acumulado foi limitado (Fig. 1).

629

630

631

632

633

634

635

636

63

64



637

638

639

640 Tabela 6. Progresso genético (  $\Delta G$  ) para Produtividade de grãos (kg.ha<sup>-1</sup>) nos 18 anos  
641 do programa de melhoramento genético de soja.

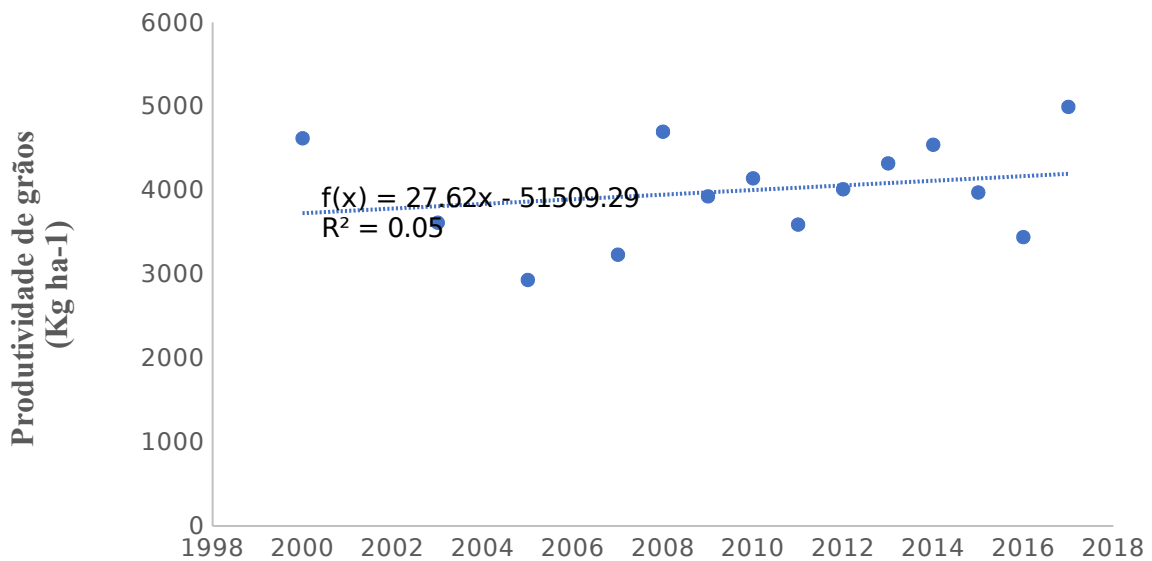
Ano	Produtividade	( $\bar{Y}_{i'} - \bar{Y}_i$ ) <sup>1</sup>	$\Delta G$ (%)
2000	4619,93	-----	-----
2003	3613,60	-1006,33	-----
2005	2931,40	-682,19	-----
2007	3232,40	300,99	-----
2008	4698,53	1466,14	-----
2009	3927,65	-770,88	-----
2010	4142,67	215,01	-----
2011	3591,40	-551,27	-----
2012	4012,54	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

642 <sup>5</sup>Diferença entre a média observada em um dado ano  $i'$  e a média do ano  
643 imediatamente posterior  $i$ , dado em kg.ha<sup>-1</sup>.

644

645

646



647

65  
66

648 Figura 1. Progresso genético para produtividade de grãos (Kg ha<sup>-1</sup>), lançadas entre os  
649 anos 2000 e 2017.

650

651

652 A estimativa do progresso genético para produtividade de grãos no Brasil,  
653 também é reportado em outras culturas, como na do feijão (Pompeu,1993; Abreu *et al.*,  
654 1994) em que ocorreram incrementos na produtividade de 1,3 e 1,9% anual  
655 respectivamente, e na cultura do trigo (Cargnin, 2007) e observou-se ganho de 1,84% e  
656 6,7% ao ano nos sistemas irrigado e sequeiro, respectivamente. Na cultura da soja,  
657 Toledo *et al.* (1990), avaliaram a eficiência do programa de melhoramento genético de  
658 soja no Paraná no período entre 1981 a 1986, os autores observaram ganhos de 1,8% e  
659 1,3% para os genótipos de maturação precoce e semiprecoce respectivamente. As  
660 metodologias com as quais foram obtidos estes resultados, é o principal motivo para que  
661 as estimativas estejam próximas ao obtido neste trabalho.

662 O progresso genético para massa de cem grãos foi de 0,22 gramas e representa  
663 1,41% ao ano (Tabela 7). Demonstrando ganho genético anual maior, quando comparado  
664 com a produtividade de grãos. Faria *et al.* (2013) e Ribeiro *et al.* (2003) avaliaram o  
665 progresso genético na cultura do feijão e obtiveram ganho anual de 0,31% e 0,58%,  
666 respectivamente para massa de 100 grãos.

667

668

669

670

671

672

67  
68

673

674

675 Tabela 7. Progresso genético ( $\Delta G$ ) para Massa de cem grãos (MCG) e Número de  
676 vagens por planta (NVP) nos 18 anos do programa de melhoramento genético de soja.

Ano	MCG	$(\bar{Y}_{i'} - \bar{Y}_i)$ <sup>1</sup>	$\Delta G$ (%)	NVP	$(\bar{Y}_{i'} - \bar{Y}_i)$ <sup>1</sup>	$\Delta G$ (%)
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

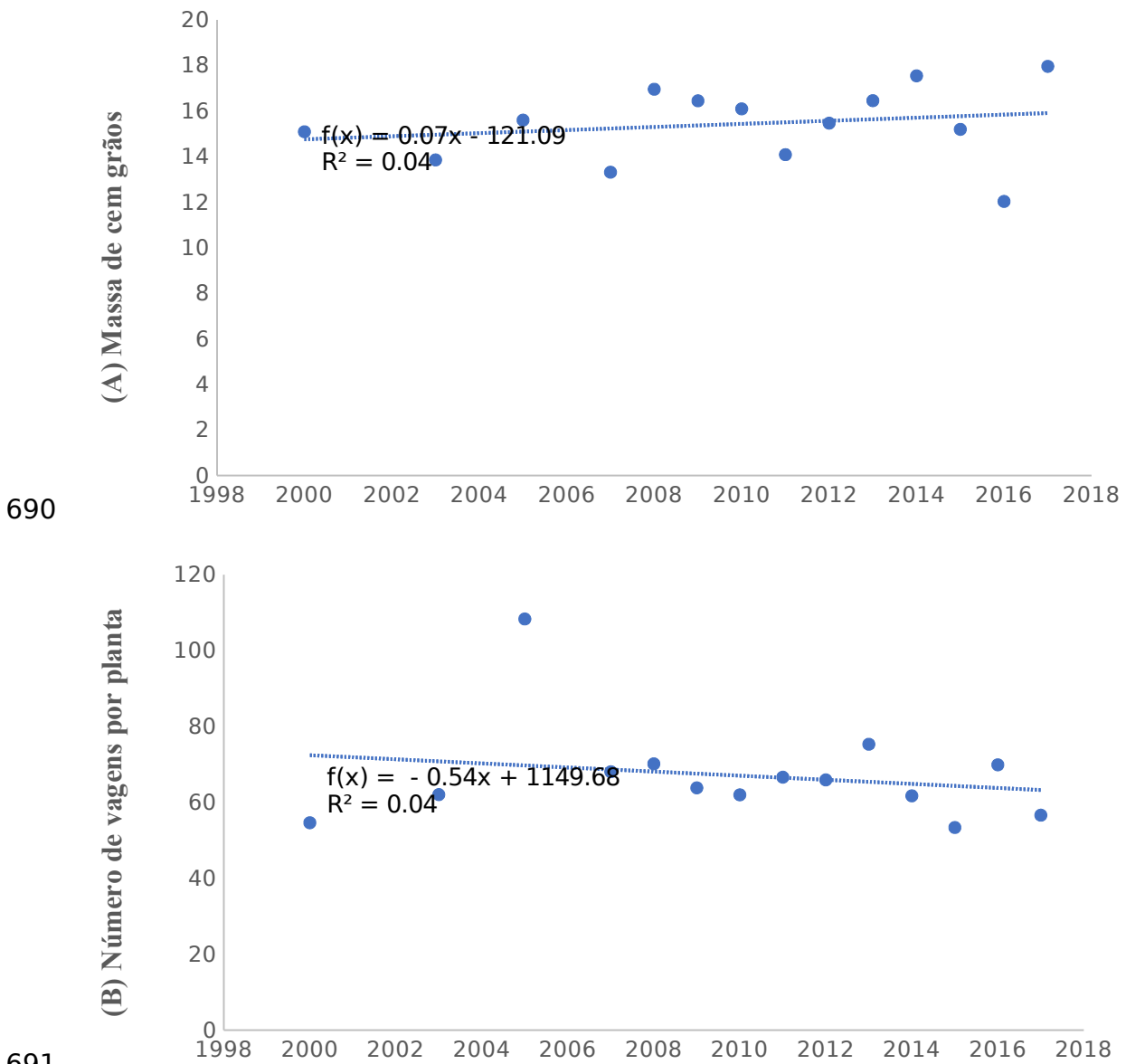
677 <sup>6</sup>Diferença entre a média observada em um dado ano  $i'$  e a média do ano  
678 imediatamente posterior  $i$ .  
679

680 Também foram observados incrementos no número de vagens por planta, em que  
681 se obteve o progresso genético anual de 0,15 ou 0,22% (Tabela 7). Segundo Mundstock  
682 (2005), o NVP é o componente de produção primário mais importante e com maior  
683 potencial de seleção na busca de incremento de produtividade de grãos. Já para o  
684 número de grãos por planta o progresso genético anual foi de - 0,62 ou - 0,45 (Tabela 8),  
685 havendo decréscimo durante os anos de avaliação.

686 A cultivar 4, lançada no ano de 2005 limitou maior progresso genético destas  
687 duas características pela alta média apresentada (Tabela 3). E faz com que, mesmo

69  
70

688 demonstrando progresso genético anual positivo para NVP a linha de tendência tenha  
689 decréscimo com o passar dos anos (Fig. 2B, 3A).



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

694 O progresso genético para altura de plantas foi negativo, reduzindo a altura em  
695 0,81cm ao ano, com decréscimo médio de -0,86% ao ano (Tabela 9). Portanto, o  
696 melhoramento tendeu a selecionar cultivares com porte mais baixo quando comparadas  
697 com as cultivares mais antigas (Fig. 3B), resultado semelhante ao obtido, foi encontrado

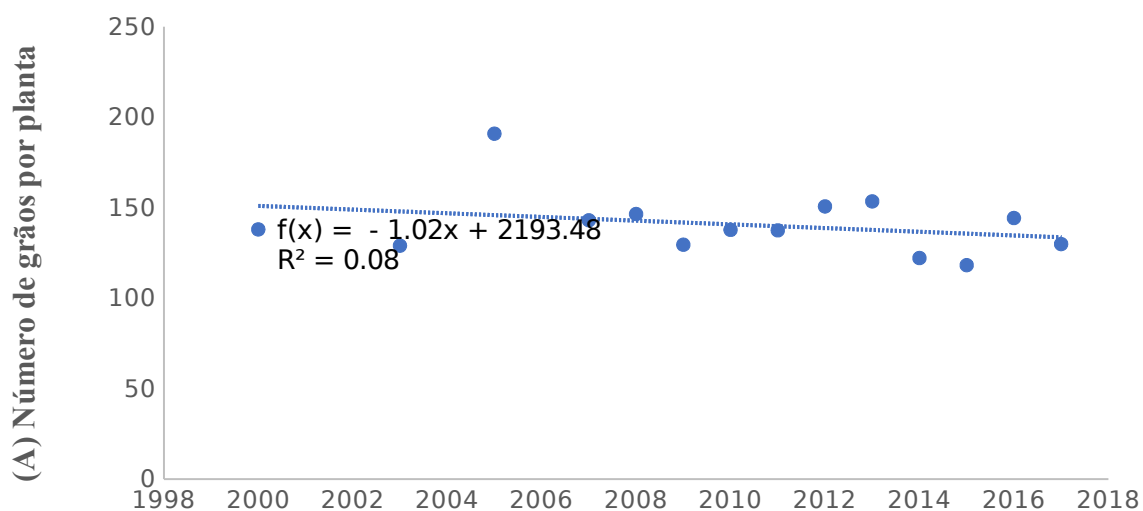
698 por Ramteke *et al.* (2010), que encontraram redução de 26,31% na estatura de plantas  
 699 entre os anos de 1969 e 2008.

700

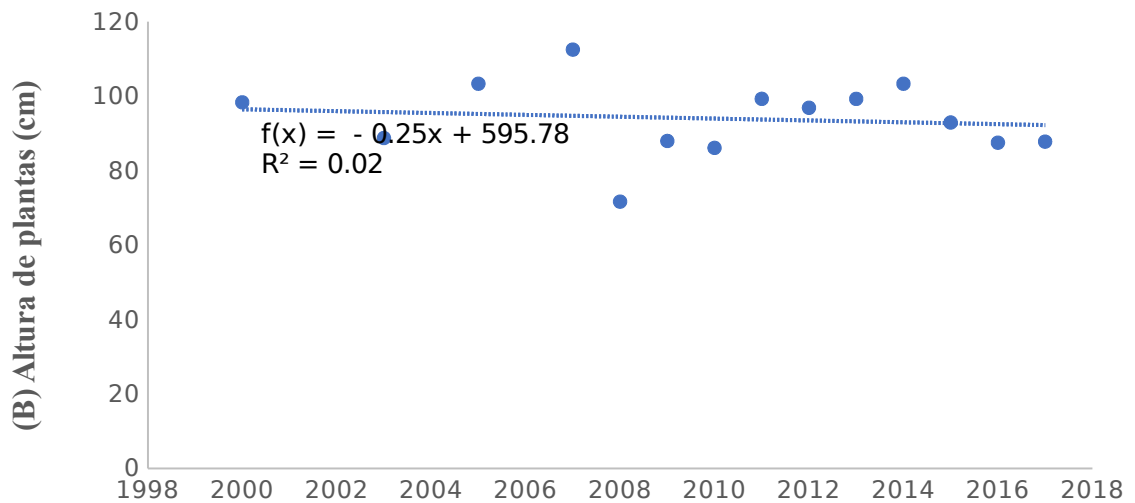
701 Tabela 8. Progresso genético (  $\Delta G$  ) para Número de grãos por planta (NGP) e Altura  
 702 de planta (ALT) nos 18 anos do programa de melhoramento genético de soja.

Ano	NGP	$(\bar{Y}_{i'} - \bar{Y}_i)$ <sup>1</sup>	$\Delta G$ (%)	ALT	$(\bar{Y}_{i'} - \bar{Y}_i)$ <sup>1</sup>	$\Delta G$ (%)
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 Lançament	139,07	-0,62	-0,45	94,15	-0,81	-0,86

703 <sup>1</sup>Diferença entre a média observada em um dado ano  $i'$  e a media do ano imediatamente  
 704 posterior  $i$  .  
 705



706



707

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

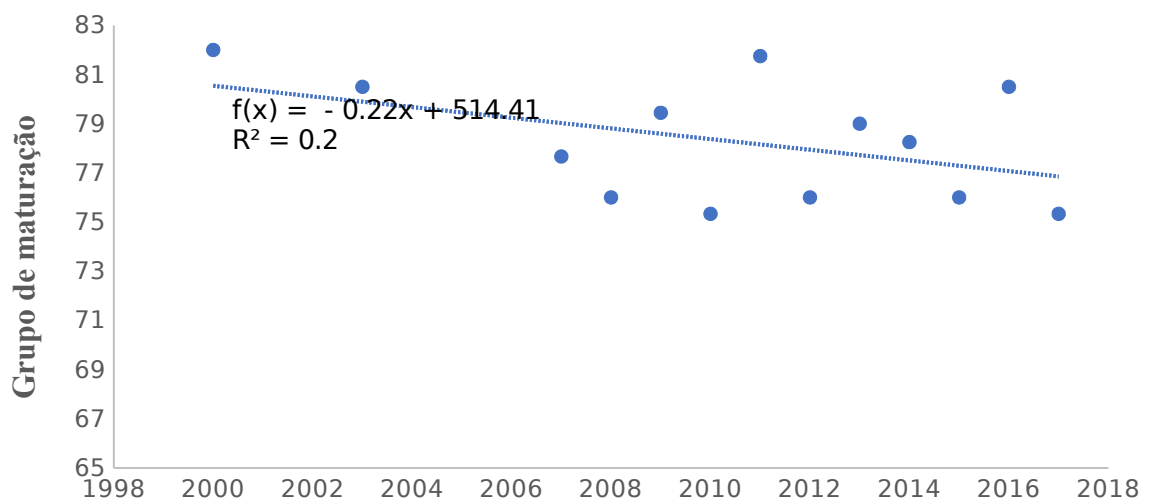
710

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

716

717

718



719

721 Figura 4. Progresso genético para grupos de maturação lançadas entre os anos 2000 e  
722 2017.  
723

724

725

## 726 **5. CONCLUSÕES**

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

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

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

737

738

739

740

741

742

743

744

745

746

77  
78

747

748

749

750

751 **6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

752

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

756

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

760

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

765

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

768

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

772

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

776

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

779

780 **Canteri, M. G., R. A. Althaus, J. S. Virgens Filho, E. A. Giglioti, C. V. Godoy. 2001.**  
781 SASM - Agri : Sistema para análise e separação de médias em experimentos agrícolas  
782 pelos métodos Scoft - Knott, Tukey e Duncan. Revista Brasileira de Agrocomputação.  
783 1: 18-24.

784

785 **Cargnin, A. 2007.** Melhoramento de plantas: progresso genético e ambiental. Embrapa  
786 Cerrados-Documents.

787

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

791



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

796 **Carvalho, C. G. P., C. A. A. Arias, J. F. F. de Toledo, L. A. de Almeida, R. A. S.**  
797 **Kiihl, M. F. de Oliveira. 2002.** Interação genótipo x ambiente no desempenho produtivo  
798 da soja no Paraná. Pesquisa Agropecuária Brasileira, 37: 989-100.  
799

800 **Colussi, J., C.R. Weiss, Â.R.L. de Souza & L. de Oliveira. 2016.** O agronegócio da  
801 soja: Uma análise da rentabilidade do cultivo da soja no Brasil. Revista ESPACIOS.  
802 37:23.  
803

804 **Companhia Nacional de Abastecimento – Conab. 2018.** Acomp. safra bras. grãos,  
805 Safra 2018/19 - Terceiro levantamento, Brasília. 6: 1-127.  
806

807 **Costa, M. M., A. O. D. Mauro, S. H. Unêda - Trevisoli, N. H. C. Arriel, I. M.**  
808 **Bàrbaro, F. R. S. Muniz. 2004.** Ganho genético por diferentes critérios de seleção em  
809 populações segregantes de soja. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília. 39: 1095-  
810 1102.  
811

812 **Cruz, C. D., P. C. Souza Carneiro. 2006.** Modelos biométricos aplicados ao  
813 melhoramento genético. Universidade Federal de Viçosa.  
814

815 **CRUZ, C.D. 2016.** Genes Software-extended and integrated with the R, Matlab and  
816 Selegen. Acta Scientiarum. Agronomy. 38:547-552.  
817

818 **Cruz, C.D., A.J. Regazzi, & P.C.S. Carneiro. 1994.** Diversidade genética. Modelos  
819 biométricos apl. ao melhoramento genético. UFV, Viçosa, 287-313.  
820

821 **Cruz, C.D., A.J. Regazzi, & P.C.S. Carneiro. 1997.** Métodos biométricos aplicados ao  
822 melhoramento genético. *Viçosa: Editora UFV*, 390.  
823

824 **de Freitas, M. D. C. M., O. T. Hamawaki, M. R. Bueno, M. C. Marques. 2010.**  
825 Época de semeadura e densidade populacional de linhagens de soja UFU de ciclo  
826 semitardio. Bioscience Journal, 26.  
827

828 **Embrapa. 2016.** Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária.  
829 <https://www.embrapa.br/soja/cultivos/soja/dados-economicos>. Acessado em 21 de  
830 Janeiro de 2017.  
831

832 **Falconer, D.S. & T.F.C. Mackay. 1996.** Introd. to quantitative genetics. London:  
833 Longman Scientific and Technical, 464p.  
834

835 **Faria, A.P., N.S.F. Júnior, D. Destro & R.T. Faria. 2007.** Ganho genético na cultura da  
836 soja. Semina: Ciências Agrárias, Londrina, 28: 71-78.  
837

838 **Faria, L. C. de, P. G. S. Melo, L. C. Melo, H. S. Pereira, M. J. Del Peloso, A. J. B. P.**  
839 **Brás, ... & J. L. Cabrera Diaz. 2013.** Progresso genético em 22 anos de melhoramento  
840 do feijoeiro-comum do grupo carioca no Brasil. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE  
841 MELHORAMENTO DE PLANTAS, 7., Uberlândia.

842  
843 **Farias, J. R. B., A. L. Nepomuceno, N. Neumaier. 2007.** Ecofisiologia da soja.  
844 Embrapa Soja-Circular Técnica (INFOTECA-E).  
845 **Fernandes, J. S. C. 1988.** Estabilidade ambiental de cultivares de milho (*Zea mays* L.)  
846 na região Centro Sul do Brasil. Tese (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz  
847 de Queiroz”/USP, Piracicaba.  
848  
849 **Fonseca Júnior, N.S. da. 1997.** Prog. genético na cultura do feijão no Estado do Paraná  
850 para o período de 1977 a 1995. Tese de Doutorado, ESALQ, Piracicaba, 160p.  
851  
852 **Hansen, G. & M. S. Wright. 1999.** Recents advances in the transformation of  
853 plants. Trends in Plant Science. 4: 226-31.  
854  
855 **Kaster, M., & Farias, J. 2011.** Regionalização dos testes de VCU-Valor de Cultivo e  
856 Uso de cultivares de soja-terceira aproximação. In Embrapa Soja-Artigo em anais de  
857 congresso (ALICE). In: REUNIÃO DE PESQUISA DE SOJA DA REGIÃO CENTRAL  
858 DO BRASIL, 32, São Pedro, SP. Resumos expandidos... Londrina: Embrapa Soja. 231-  
859 235.  
860  
861 **Klahold, C. A. 2005.** Resposta da soja (*Glycine max* (L.) Merrill) à ação de  
862 bioestimulante.  
863  
864 **Linzmeier Junior, R., V. F. Guimarães, D. dos Santos, M. H. Bencke. 2008.**  
865 Influência de retardante vegetal e densidades de plantas sobre o crescimento,  
866 acamamento e produtividade da soja. Acta Scientiarum. Agronomy, 30.  
867  
868 **Medina, G., G. Ribeiro & E.M. Brasil. 2016.** Participação brasileira na cadeia da soja:  
869 lições para o futuro do agronegócio nacional. R. de Econ. e Agronegócio, 13: 4-9.  
870  
871 **Melo, L.C., P.G.S. Melo, L.C. Faria, J.L.C. Diaz, M.J. Del Peloso, C.A. Rava, J.G.C.**  
872 **Costa. 2007.** Interação com ambientes e estabilidade de genótipos de feijoeiro-comum  
873 na Região Centro-Sul do Brasil. Pesquisa Agropecuária Brasileira 42: 715-723.  
874  
875 **Meotti, G. V., G. Benin, R. R. Silva, E. Beche, L. B. Munaro. 2012.** Épocas de  
876 semeadura e desempenho agrônomo de cultivares de soja. Pesquisa Agropecuária  
877 Brasileira, 47: 14-21.  
878  
879 **Miyasaka, S. & J.C. Medina. 1981.** Introd. e Evol. da soja no Brasil. In: A Soja no  
880 Brasil. Campinas, p.17-22.  
881  
882 **Moda-Cirino, V., A.C. Gerage, C.R. Riede, G.H. Sera, M. Takahashi, N.S. Abbud &**  
883 **T. Sera. 2012.** Plant breeding at Instituto Agrônomo do Paraná: IAPAR. Crop  
884 Breeding and Applied Biotechnology, 12: 25-30.  
885  
886 **Morais, O. P., N. S. Abbud. 1993.** Subsídios para avaliação do progresso genético dos  
887 programas estaduais de melhoramento de arroz no Brasil. Goiânia: Embrapa – CNPAF.  
888 26 p.  
889

- 890 **Moura, M.M., P.C.S. Carneiro, J.E.S. Carneiro, C.D. Cruz. 2013.** Potencial de  
891 caracteres na avaliação da arquitetura de plantas de feijão. Pesquisa Agropecuária  
892 Brasileira 48: 417-425.  
893
- 894 **Mundstock, C. M., A. L. Thomas. 2005.** Soja: fatores que afetam o crescimento e o  
895 rendimento de grãos. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul.  
896
- 897 **Padgett, S. R., K. H. Kolacz, X., Re, D. B. Delannay, B. J., Tinius, C. N. LaVallee,  
898 W. K. Rhodes, Y. I. Otero, G. F. Barry, D. A. Eichholtz, V. M. Peschke. 1995.**  
899 Development, identification, and characterization of a glyphosate-tolerant soybean  
900 line. Crop Science. 35: 1451-1461.  
901
- 902 **Pereira, H.S., L.C. Melo, M.J. Del Peloso, L.C. Faria, J.G.C. Costa, J.L.C. Diaz,  
903 C.A. Rava, A. Wendland. 2009.** Comparação de métodos de análise de adaptabilidade e  
904 estabilidade fenotípica em feijoeiro comum. Pesquisa Agropecuária Brasileira 44: 374-  
905 383.  
906
- 907 **Pípolo, V.C. & J.E. Garcia. 2006.** Biotecnologia na Agricultura: Aplicações e  
908 biossegurança. 8: 213-231.  
909
- 910 **Pompeu, A.S. 1993.** O melhoramento de plantas no Instituto Agrônomo. São Paulo:  
911 Imprensa Oficial do Estado de São Paulo. p.111-156.  
912
- 913 **Praça, L. B., A. C. Batista, E. S. Martins, C. B. Siqueira, D. G. S. Dias, A. C. M. M.  
914 Gomes, R. Falcão, R. G. Monnerat. 2004.** Estirpes de *Bacillus thuringiensis* efetivas  
915 contra insetos das ordens Lepidóptera, Coleóptera e Díptera. Pesquisa Agropecuária  
916 Brasileira. Brasília.  
917
- 918 **R Development Core Team. 2016.** R: A Language and Environment for Statistical  
919 Computing. R Foundation for Statistical Computing. Vienna, Austria.  
920
- 921 **Ramalho, M.A.P., L.A.S. Dias, B.L. Carvalho. 2012.** Contributions of plant breeding  
922 in Brazil - progress and perspectives. Crop Breeding and Applied Biotechnology 2: 111-  
923 120.  
924
- 925 **Ramteke, R., G. K. Gupta, P. Murlidharan & S. K. Sharma. 2011.** Genetic progress  
926 of soybean varieties released during 1969 to 2008 in India. The Indian Journal of  
927 Genetics and Plant Breeding, 71: 330-340.  
928
- 929 **Rangel, M. A. S., A. Minuzzi, A. de Lucca e Braccini, C. A. Scapim, P. C. Cardoso.  
930 2007.** Efeitos da interação genótipos x ambientes no rendimento de grãos e nos teores de  
931 proteína de cultivares de soja. Acta Scientiarum. Agronomy, 29.  
932
- 933 **Reis, E. F., M. S. Reis, C. D. Cruz, T. Sediyaama. 2004.** Comparação de procedimentos  
934 de seleção para produção de grãos em populações de soja. Ciência Rural, Santa Maria.  
935 34:685-692.  
936
- 937 **Ribeiro, N. D., S. B. Possebon, L. Storck. 2003.** Progresso genético em caracteres  
938 agrônômicos no melhoramento do feijoeiro. Ciência Rural. 33.  
939

- 940 **Rossmann, H. 2001.** Estimativas de parâmetros genéticos e fenotípicos de uma pop. de  
941 soja avaliada em quatro anos. Tese de Doutorado, ESALQ, Piracicaba, 80p.  
942
- 943 **Scott, A.J., M.A. Knott. 1974.** A cluster analysis method for grouping means in the  
944 analysis of variance *Biometrics* 30: 507-512.
- 945 **Sediyama, T. 2009.** Origem, evolução e importância econômica. In: *Tecnologias de*  
946 *prod. e usos da soja.* Londrina, 314p.  
947
- 948 **Toledo, F.H.R.B. 2014.** Prog. genético simultâneo: um exemplo de aplicação no  
949 melhoramento do tabaco. Tese de Doutorado, USP, São Paulo. 74p.  
950
- 951 **Toledo, J. F. de, L. A. de Almeida, R. A. D. S. Kiihl, & O. G. Menosso. 1990.** Ganho  
952 genético em soja no estado do Paraná, via melhoramento. *Pesquisa Agropecuária*  
953 *Brasileira.* 25: 89-94.  
954
- 955 **Torres, F. E., P. E. Teodoro, E. Sagrilo, G. Ceccon, A. M. Correa. 2015.** Interação  
956 genótipo x ambiente em genótipos de feijão-caupi semiprostrado via modelos mistos.  
957 *Embrapa Meio-Norte-Artigo em periódico indexado (ALICE).*  
958
- 959 **Vencovsky, R., A.R. Moraes, J.C. Garcia & N.M. Teixeira. 1986.** Prog. genético em  
960 vinte anos de melhoramento de milho no Brasil. Piracicaba. 22p.  
961
- 962 **Vencovsky, R. & P. Barriga. 1992.** *Genética biométrica no fitomelhoramento.* Ribeirão  
963 Preto: Sociedade Brasileira de Genética.  
964  
965