

# Eventos transgênicos interferem nos atributos morfológicos e produtivos de milho

**RESUMO** - O potencial de utilização e de benefícios de plantas geneticamente modificadas é enorme, dinâmico e tende a oferecer mais alternativas de manejo agrícola sustentável quanto mais conhecimento científico e técnico a ele for agregado. Porém, pouco se conhece sobre os efeitos da resistência a herbicidas e ataque de insetos nas características agrônômicas de plantas de milho. A presente pesquisa foi conduzida com o objetivo de investigar o efeito dos eventos transgênicos sobre as características morfológicas e produtivas de híbridos de milho. Para isto, foi realizado um experimento de campo em duas safras utilizando híbridos convencionais e transgênicos isogênicos. As variáveis analisadas foram: altura de planta, altura de espiga, espessura de colmo e produtividade de grãos. A introdução de diferentes biotecnologias modificou as características morfológicas e produtivas de plantas de milho. As versões transgênicas apresentaram altura de planta e produtividade de grãos 5 e 10%, respectivamente, maior em relação às isolinhas convencionais.

**Palavras-chave:** Proteína Cry1Ab. Enzima PAT. Enzima EPSPS. Rendimento de grãos. Interação ambiente x genótipo.

## Introdução

O milho (*Zea mays* L.) é o cereal mais produzido no mundo. No entanto, a produtividade deste cereal pode ser comprometida por diversos fatores abióticos e bióticos. Entre os fatores bióticos a interferência exercida pela presença de plantas daninhas e insetos praga pode resultar em sérios prejuízos no rendimento das lavouras e, conseqüentemente, ao produtor rural (KOZLOWSKI, 2002; FERNANDES e CARNEIRO, 2006).

De acordo com a espécie, grau de infestação, tipo de solo, condições climáticas do período e estágio fenológico da cultura a competição entre plantas daninhas reduz de 12% a 100% os lucros de uma lavoura de milho (ALMEIDA, 1981; CONSTANTIN e OLIVEIRA, 2005). Já os insetos-praga, como por exemplo a lagarta-do-cartucho (*Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1797)), destacam-se tanto pela redução da produtividade e da qualidade do produto, quanto pela dificuldade de controle (CARVALHO, 1982; WAQUIL *et al.*, 1982; BARROS *et al.*, 2010). Ademais, o mal-uso de herbicidas e inseticidas contribui para o surgimento de casos de resistência, o que dificulta e onera o controle fitossanitário.

Neste contexto, técnicas de biotecnologia foram aplicadas desenvolvendo plantas de milho geneticamente modificadas, resistentes a herbicidas e ao ataque de insetos, como uma alternativa de proteção para minimização de perdas causadas por estes fatores (CIB, 2013; CTNBio, 2009). Os genes introduzidos nas plantas transgênicas de milho codificam a expressão da proteína Bt, de ação inseticida, que são efetivos no controle de lepidópteros, como *S. frugiperda*, *Helicoverpa zea* (Boddie) (Lepidoptera: Noctuidae) e *Diatraea saccharalis* (HUANG *et al.*, 2002). Para o controle de plantas daninhas, podem ser inseridos em cultivares de milho, soja e algodão genes que expressam a enzima 5-

49 enolpiruvilchiquimato-3-fosfato sintase (EPSPS), isolada da *Agrobacterium tumefaciens*,  
50 que torna a planta tolerante ao glifosato (SPENCER et al., 2000). Deste modo, é possível  
51 a utilização de herbicidas de amplo espectro em pós-emergência, porém, com baixa  
52 fitotoxicidade as culturas (BARRY et al., 1992, PADGETTE et al., 1995).

53 O potencial de utilização e de benefícios do sistema de plantas geneticamente  
54 modificadas é enorme, dinâmico e tenderá a oferecer mais e melhores alternativas de  
55 manejo agrícola sustentável quanto mais conhecimento científico e técnico a ele for  
56 agregado. Porém, pouco se conhece sobre os efeitos da resistência a herbicidas e ataque  
57 de insetos nas características agronômicas de plantas de milho. Melhorar a compreensão  
58 sobre a interferência das plantas transgênicas nas características morfológicas e  
59 produtivas de híbridos deste cereal é importante para aprimorar o manejo cultural e  
60 fitossanitário da cultura.

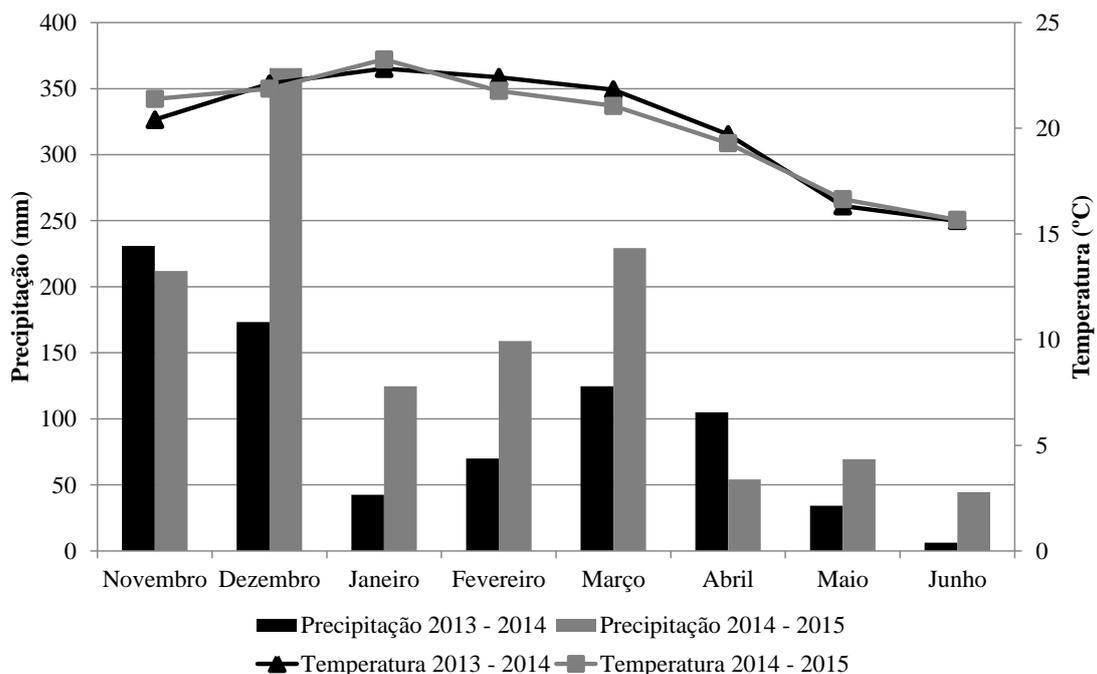
61 A presente pesquisa foi conduzida com o objetivo de investigar o efeito dos  
62 eventos transgênicos sobre as características morfológicas e produtivas de híbridos de  
63 milho. Para isto, foi realizado um experimento de campo em duas safras utilizando  
64 híbridos convencionais e transgênicos isogênicos.

65  
66

#### 67 **Material e métodos**

68 O experimento foi conduzido no município **VETADO PELO EDITOR**, Brasil, em  
69 duas safras (2013 - 2014 e 2014 - 2015), na área experimental do Instituto Federal de  
70 Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas Gerais (22°18'47''S; 46°19'54,9''W; e  
71 940 m de altitude), em solo classificado como Latossolo Vermelho Amarelo eutrófico,  
72 cultivado com milho as últimas quatro safras. O clima da região é classificado como  
73 tropical de altitude, que possui o inverno tipicamente seco (Cwb). A temperatura e  
74 precipitação média anual são de 19,3°C e 1411 mm (Brasil, 1992; FAO, 1985). Os valores  
75 médios de precipitação pluviométrica e temperatura durante os períodos em estudo são  
76 apresentados na Figura 1.

77



78



**Figura 1.** Valores médios de precipitação pluviométrica e temperatura por mês, durante os períodos em estudo (2013 - 2014 e 2014 - 2015).

81

82 Antes do início do experimento foi realizada uma análise química do solo nas áreas  
83 experimentais entre 0 e 0,2 m de profundidade. Os resultados foram: pH de 5,3, matéria  
84 orgânica do solo de 3,97 g dm<sup>-3</sup>, P de 13,25 mg dm<sup>-3</sup>; 85,7 mg dm<sup>-3</sup> de K; 2,39 cmol dm<sup>-3</sup>  
85 de Ca; 0,57 cmol dm<sup>-3</sup> de Mg; 4,95 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup> de H+Al em pH 7.0; e saturação de bases  
86 de 39,09%.

87 Empregou-se o delineamento em blocos casualizados (DBC) em esquema fatorial,  
88 sendo 2 híbridos (2B587 e 2B688) x 3 eventos (convencional, evento simples e evento  
89 piramidado) com 4 repetições. Os híbridos denominados convencionais não são  
90 organismos geneticamente modificados. Os híbridos denominados simples possuem os  
91 genes *CRY1F* e *PAT* (eventos TC1507 e T25) da bactéria não patogênica *Bacillus*  
92 *thuringiensis* var. aizawai, e da bactéria *Streptomyces viridochromogenes* cepa Tu494.  
93 Estes genes comandam expressão das proteínas Cry1F e PAT, que codificam proteínas  
94 de efeito inseticida sobre lepidópteros, e tolerância ao herbicida glufosinato de amônio,  
95 respectivamente. Os híbridos denominados piramidado possuem os genes *Cry1F*,  
96 *Cry1A.105*, *Cry2Ab2* (eventos TC 1507 e MON 89034), que conferem resistência a  
97 insetos pela produção de proteínas de efeito inseticida sobre lepidópteros e os genes *CP4*  
98 *EPSPS* e *PAT* (eventos NK603 e T25 que conferem tolerância aos herbicidas glifosato e  
99 glufosinato de amônio, respectivamente.

100 Os híbridos 2B587 e 2B688 são do tipo simples e triplo, com maturação estimada  
101 em 815 e 860 graus dia. A densidade de semeadura dos híbridos foi de 120 mil sementes  
102 ha<sup>-1</sup>. No estágio 3 (escala BBCH) foi realizado o desbaste, adotando população de 65.000  
103 plantas ha<sup>-1</sup>. Trinta dias após a emergência o controle de plantas daninhas foi realizado  
104 por meio de uma aplicação do herbicida Atrazina na dose de 1500 g ha<sup>-1</sup> de ingrediente  
105 ativo. A adubação foi realizada segundo as recomendações oficiais do Estado de Minas  
106 Gerais para a cultura do milho (RIBEIRO et al., 1999).

107 As parcelas foram constituídas por 4 linhas de 5,0 m de comprimento, espaçadas  
108 0,8 m entre si. As duas linhas centrais da parcela foram consideradas como área útil para  
109 avaliações.

110 Quando as plantas atingiram o estágio 10.5 (escala BBCH) foi avaliada a altura  
111 de planta (AP), altura de espiga (AE) e espessura de colmo (EC), obtidas pela média de  
112 dez plantas escolhidas aleatoriamente na área útil da parcela. A AP e AE foram  
113 mensuradas da superfície do solo ao ponto de inserção da folha bandeira e ao ponto de  
114 inserção da espiga principal, respectivamente. A EC foi mensurada por meio de um  
115 paquímetro digital, a 5 cm acima da espiga principal.

116 Para a determinação da produtividade de grãos (PG) foi realizada a colheita  
117 manual das espigas da área útil das parcelas na maturação fisiológicas das plantas. As  
118 espigas foram debulhadas, os grãos pesados e, posteriormente, retiradas amostras para a  
119 determinação da porcentagem de umidade com o auxílio de um medidor de umidade de  
120 grãos tipo caneca, modelo G-300 da marca GEHAKA. Os dados de produtividade de  
121 grãos foram corrigidos para umidade de 13%.

122 Cada variável resposta foi submetida à normalidade e homogeneidade de variância  
123 (BOX e COX 1964). Posteriormente, foi realizada a análise de variância (ANOVA) por  
124 meio do Teste F a 5% de probabilidade. Os resultados dos dois anos experimentais foram  
125 analisados de maneira conjunta como efeito fixo. Quando identificados os efeitos e suas  
126 interações, as médias dos tratamentos foram comparadas pelo Teste Tukey a 5% de  
127 probabilidade. Todas as análises foram realizadas utilizando o programa “Statistical

131  **sultados e discussão**

132 Os valores de altura de planta, altura de espiga e espessura de colmo das avaliações  
 133 realizadas no primeiro estágio reprodutivo das plantas de milho foram superiores no  
 134 híbrido 2B688 (Tabela 1). Os resultados corroboram com as informações apresentadas **por**  
 135 Embrapa (2016). Isso se deve ao fato de que os híbridos possuem diferentes bases  
 136 genéticas (PENARIOL et al., 2003; CARDOSO et al., 2003).

137 Em geral, os híbridos convencionais alcançaram menor altura de planta e espiga  
 138 em relação aos híbridos transgênicos de evento simples ou piramidado (Tabela 1). Em  
 139 plantas modificadas para obter a tolerância ao herbicida glifosato é possível que ocorra  
 140 uma superprodução da enzima EPSPS (GRUYS e SIKORSKI, 1999), especialmente em  
 141 cultivo que não foi aplicado o herbicida (YAMADA e CASTRO, 2007). Neste cenário, a  
 142 superprodução da enzima EPSPS aumenta a produção dos aminoácidos aromáticos  
 143 tirosina, fenilalanina e triptofano, que são compostos diretamente ligados à altura das  
 144 plantas.

145 De maneira análoga, plantas que possuem a transferência de um gene com  
 146 resistência a insetos, como é o caso dos híbridos de evento simples, apresentam  
 147 superprodução de cristais denominados delta-endotoxinas ou proteínas Cry (AGAISSE;  
 148 LERECLUS, 1995). As proteínas Cry são produzidas na fase de estacionária e/ou de  
 149 esporulação e acumuladas no compartimento da célula mãe durante a esporulação,  
 150 correspondendo a 25% do peso seco da célula (AGAISSE; LERECLUS, 1995). Portanto,  
 151 a superprodução da proteína Cry também pode ter influenciado no crescimento da planta,  
 152 proporcionando maior altura.

153

154

155

156 **Tabela 1.** Resultados médios da altura de planta (AP), altura de espiga (AE) e espessura de colmo (EC) de  
 157 seis híbridos de milho com diferentes eventos transgênicos em **VETADO PELO EDITOR**.

		AP		AE		EC	
		2013/2014	2014/2015	2013/2014	2014/2015	2013/2014	2014/2015
		----- m -----				----- mm -----	
	CV	2,27	2,25	1,22	1,31	19,22	16,66
2B587	ES	2,43	2,27	1,32	1,31	19,63	16,57
	EP	2,36	2,34	1,24	1,30	20,61	17,02
Média 2B587		2,32B		1,28		18,29B	
	CV	2,37	2,23	2,28	1,18	18,66	16,54
2B688	ES	2,52	2,38	1,36	1,30	18,62	16,59
	EP	2,56	2,47	1,40	1,39	19,04	16,88
Média 2B688		2,42A		1,32		18,56A	
Média dos anos		2,42a	2,32b	1,30	1,29	19,29a	16,71b
Médias dos eventos entre híbridos e anos							
	CV	2,28B		1,25		17,77	

	ES	2,40A	1,33	17,85
	EP	2,43A	1,34	18,38
ANOVA (Pr > F)				
	Ano (A)	0,0002**	0,7117	<0,0001***
	Híbrido (H)	0,0001**	0,0719	0,0391*
	A*H	0,2226	0,0044*	0,0998
Pr>F	Evento (E)	<0,0001***	0,0008**	0,083
	A*E	0,1933	0,4762	0,8259
	H*E	0,1037	0,0034**	0,7563
	A*H*E	0,4134	0,2326	0,7723
	<b>CV %</b>	<b>5,4</b>	<b>7,2</b>	<b>16,5</b>

CV: convencional; ES: evento simples; EP: evento piramidado. Médias seguidas de letras distintas maiúsculas na coluna diferem entre si e médias seguidas de letras distintas minúsculas na linha diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,05).

O híbrido 2B688 convencional apresentou a menor altura de espiga diferindo das suas versões transgênicas. Apenas para o evento piramidado, o híbrido 2B587 apresentou menor altura de espiga em relação ao 2B688 (Tabela 2). Alterações morfológicas como na altura de planta ou de espiga podem modificar práticas culturais como densidade de semeadura ou a resposta da planta a condições de estresse (SANGOI et al., 2002). Os resultados mostram que os híbridos de milho transgênicos são mais altos e alguns casos com maior altura de espiga. O incremento na altura de espiga e planta não foi acompanhado pela espessura do colmo, característica importante para evitar o tombamento, sobretudo em híbrido modernos, que são semeados em maiores densidades. **Tabela 2.** Resultados médios de altura de espiga (AE) de híbridos de milho em interação com diferentes eventos transgênicos **VETADO PELO EDITOR.**

Híbrido	Evento		
	CV	ES	EP
2B587	1,26 Aa	1,32Aa	1,27Ba
2B688	1,23 Ab	1,33 Aa	1,40 Aa
	Ano		
	2013/2014	2014/2015	
2B587	1.26 Ba	1.31 Aa	
2B688	1.35 Aa	1.29 Aa	

CV: convencional; ES: evento simples; EP: evento piramidado. Médias seguidas de letras distintas maiúsculas na coluna diferem entre si e médias seguidas de letras distintas minúsculas na linha diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,05).

A produtividade média dos híbridos geneticamente modificados foi maior em relação aos híbridos convencionais, apresentando uma produção em torno de 11 Mg ha<sup>-1</sup> (Tabela 3). A produção de grãos é resultado de herança quantitativa, e muitos fatores afetam essa variável. Portanto, sua correlação com uma única característica genotípica

182 geralmente é baixa. Ainda, em condições ambientais que favoreça a exploração dos  
183 eventos transgênicos, esta diferença pode ser potencializada, o que possivelmente ocorreu  
184 em nesta pesquisa, mesmo com baixo nível de ataque de lepidópteros.

185 A produtividade média dos híbridos geneticamente modificados foi de 11 Mg ha<sup>-1</sup>  
186 <sup>1</sup>, cerca de 0,9 Mg ha<sup>-1</sup> ou 10% maior que os híbridos convencionais. Esses resultados  
187 estão dentro dos limites reportados para as perdas causadas, principalmente, pela lagarta  
188 do cartucho do milho (CARVALHO, 1970; CRUZ e TURPIN, 1983; WILLIAMS e  
189 DAVIS, 1990; CORTEZ e WAQUIL, 1997; CRUZ et al. 1999). Além disso, a área  
190 experimental foi cultivada com milho por safras seguidas, pois as condições climáticas  
191 tropicais do Brasil permitem a intensificação da produção (PATERNIANE, 2000).  
192 Consequentemente, em áreas com cultivos sucessivos há um aumento substancial do  
193 tamanho das populações de insetos-praga (HILL, 1983; HOLLINGSWORTH, 2011;  
194 OMOTO *et al.* 2015).

195  
196  
197  
198  
199  
200  
201  
202  
203  
204  
205  
206  
207  
208  
209

210 **Tabela 3.** Resultados médios da produtividade de grãos de  híbridos de milho em relação ao evento  
211 transgênico.

	Evento	 produtividade	CV	ES	EP
2B587	2013/14		9,3	11,0	10,6
	2014/15		10,9	11,4	11,2
2B688	2013/14		10,3	10,5	10,7
	2014/15		9,5	10,6	11,4
Médias eventos			10,0 b	10,9 a	11,0 a

ANOVA (Pr > F)

Pr>F	Ano (A)	0.1653
	Híbrido (H)	0.4162
	A*H	0.1248
	Versão (V)	0.0157*
	A*V	0.8349
	H*V	0.6178
	A*H*V	0.2129
	CV	10,7

212

213

214

**Conclusões**

 zro

1. A introdução de diferentes biotecnologias modifica as características morfológicas e produtivas de plantas de milho.

217

2. As versões transgênicas apresentam altura de planta e produtividade de grãos 5 e 10%, respectivamente, maior em relação às isolinhas convencionais.

218

219

3. A espessura de colmo não aumenta como a altura de espiga e planta. Nesse sentido, adotar práticas que reduza risco de acamamento pode ser relevante para híbridos transgênicos.

220

221

222

223

224

**Referências**

225

AGAISSE, H.; LERECLUS, D. How does *Bacillus thuringiensis* produce so much insecticidal crystal protein? *Journal of Bacteriology*, v. 177, n. 21, p. 6027–6032, 1995.

227

228

ALMEIDA, F. S. Eficácia de herbicidas pós-emergente no controle de plantas daninhas na cultura do milho. In: INSTITUTO AGRONÔMICO DO PARANÁ – IAPAR. Plantio direto no Estado do Paraná. Londrina: 1981. p. 101-144 (Circular, 23).

229

230

231

232

BARROS, E. M.; TORRES, J. B.; RUBERSON, J. R.; OLIVEIRA, M. D. Development of *Spodoptera frugiperda* on different hosts and damage to reproductive structures in cotton. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, v. 137, n. 3, p. 237–245, 2010.

233

234

235

236

BARRY, G. G.; KISHORE, S. e PADGETTE, M. Inhibitors of amino acid biosynthesis: strategies for imparting glyphosate tolerance to crop plants. In: SINGH, B. K. et al. *Biosynthesis and Molecular Regulation of Amino Acids in Plants*. Am. Soc. Plant Physiologists. Rockville, MD. p.139-145, 1992.

237

238

239

240

241 BRASIL. Ministério da Agricultura. Escritório de Meteorologia. Normas climatológicas.  
242 1961 – 1990. Brasília 1992 84p.  
243

244 BOX, G. E. P. e COX, D. R. An analysis of transformations. *J. R. Stat. Soc. Ser. B* 26,211–  
245 252, 1964.  
246

247 CARDOSO, M.J.; CARVALHO, H.W.L.; SANTOS, M.X.; LEAL, M.L.S.; OLIVEIRA,  
248 A.C. Desempenho de híbridos de milho na região meio-norte do Brasil. *Revista Brasileira*  
249 *de Milho e Sorgo*, v.2, n.1, p.43-52, 2003.  
250

251 CARVALHO, A. O. R. Pragas de milho e seu controle. 291p. (*Circular Técnica*, 29),  
252 1982.  
253

254 CARVALHO, R.P.L. *Danos, flutuações da população, controle e comportamento de*  
255 *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith 1797), e sua suscetibilidade de diferentes genótipos  
256 *de milho, em condições de campo*. Piracicaba, 1970. 170p. Tese (Doutorado) -  
257 ESALQ/USP.  
258

259 CIB. Conselho de Informações sobre Biotecnologia: Eventos Aprovados - CTNBio.  
260 2013. Disponível em: [http://cib.org.br/biotecnologia/regulamentacao/ctnbio/eventos-](http://cib.org.br/biotecnologia/regulamentacao/ctnbio/eventos-aprovados)  
261 *aprovados*. Acesso em: 13 de maio de 2013.  
262

263 CONSTANTIN, J. & OLIVEIRA, R.S.; Dessecação antecedendo a semeadura direta  
264 pode afetar a produtividade. *Potafós: Informações Agronômicas*, 2005. n.109, p.14-15.  
265

266 CORTEZ, M. G. R. e WAQUIL, J. M. Influência de cultivar e nível de infestação de  
267 *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) no rendimento do sorgo.  
268 *Anais da Sociedade Entomológica do Brasil*, Londrina, v. 26, p. 407- 410, 1997.  
269

270 CRUZ, I. e TURPIN, F. T. Yield impact of larval infestation of the fall armyworm  
271 (Lepidoptera: Noctuidae) to mid whorl stage of corn. *Journal of Economic Entomology*,  
272 College Park, v. 76, p. 1052-1054, 1983.  
273

274 CRUZ, I.; FIGUEIREDO, M. L. C.; OLIVEIRA, A. C. e VASCONCELOS, C. A.  
275 Damage of *Spodoptera frugiperda* (Smith) in different maize genotypes cultivated in soil  
276 under three levels of aluminum saturation. *International Journal of Pest Management*,  
277 London, v. 45, p. 293-296, 1999.  
278

279 EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Safra 2013/2014.  
280 Disponível em <<http://www.cnpms.embrapa.br/milho/cultivares/>>. Acesso em 03 de  
281 agosto de 2016.  
282

283 FAO. Agroclimatological data for Latin América and Caribbean. Roma, 1985. (Coleção  
284 FAO: Produção e Proteção Vegetal, v. 24).  
285

286 FERNANDES, O. A. e CARNEIRO, T. R. Controle biológico de *Spodoptera frugiperda*  
287 no Brasil. In: Pinto, A. S.; Nava, D. E.; Rossi, M. M. & Malerbo-Souza, D. T. (Ed.).  
288 *Controle Biológico de Pragas: Na Prática*. Piracicaba, Ed. CP2, p. 75-82, 2006.

289  
290 GRUYS, K. J.; SIKORSKI, J. A. Inhibitors of tryptophan, phenylalanine and tyrosine  
291 biosynthesis as herbicides. In: SINGH, B. K. Plant amino acids: biochemistry and  
292 biotechnology. New York: Marcel Dekker, 1999. p. 357-384.  
293  
294 HILL, D. S. *Agricultural Insect Pests of the Tropics and their Control*, 2<sup>nd</sup> edition.  
295 Cambridge University Press, Cambridge, UK, 1983.  
296  
297 HOLLINGSWORTH, R. G. Insect pest management of tropical versus temperate crops;  
298 patterns of similarities and differences in approach. *Acta Hort* 894:45–56, 2011.  
299  
300 HUANG, F.; BUSCHMAN, L. L.; HIGGINS, R. A.; LI, H. Survival of Kansas dipel-  
301 resistant European corn borer (Lepidoptera: Crambidae) on Bt and non-Bt corn hybrids.  
302 *Journal of Economic Entomology*, College Park, v. 95, n. 3, p. 614-621, 2002.  
303  
304 KOZLOWSKI, L. A. Período crítico de interferência das plantas daninhas na cultura do  
305 milho baseado na fenologia da cultura. *Planta Daninha*, v. 20, n. 3, p. 365–372, 2002.  
306  
307 OMOTO, C.; BERNARD, O.; SALMERON, E.; SORGATTO, R.J. MDOURADO, P.;  
308 CRIVELLARI, A.; CARVALHO, R. A.; WILLSE, A.; MARTINELLI, S. e HEAD, G.  
309 P. Field-evolved resistance to Cry1Ab maize by *Spodoptera frugiperda* in Brazil. *Pest*  
310 *Management Science* Vol. 72, pag.1727–1736, 2016.  
311  
312 PADGETTE, S.R.; KOLACZ, K. H.; DELANNAY, X.; RE, D.B.; La VALLEE, D.J.;  
313 TINIUS, C.N.; RHODES, W.K.; OTERO, I.; BARRY, G.F. Development, Identification,  
314 and Characterization of a Glyphosate- Tolerant Soybean Line. *Crop Science*, v.35,  
315 p.1451-1461, 1995.  
316  
317 PATERNIANI, E. Sustainable Agriculture in the Tropics, in Transition to Global  
318 Sustainability: The Contribution of Brazilian Science, ed. By Rocha-Miranda CE.  
319 Academia Brasileira de Ciências, Rio de Janeiro, Brazil, pp. 181–194, 2000.  
320  
321 PENARIOL, F.G.; FORNASIERI FILHO, D.; COICEV, L.; BORDIN, L.; FARINELLI,  
322 R. Comportamento de cultivares de milho semeados em diferentes espaçamentos entre  
323 linhas e densidades populacionais, na safrinha. *Revista Brasileira de Milho e Sorgo*, v.2,  
324 p.52-60, 2003.  
325  
326 RIBEIRO, A. C.; GUIMARÃES, P. T. G.; ALVAREZ V., V. H. (Ed.). Recomendação  
327 para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5. Aproximação. Viçosa:  
328 Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais, 1999. 359p.  
329  
330 SANGOI, L.; DE ALMEIDA, M. L.; DA SILVA, P. R. F.; ARGENTA, G. Bases  
331 morfofisiológicas para maior tolerância dos híbridos modernos de milho a altas  
332 densidades de plantas. *Bragantia*, v. 61, n. 2, p. 101–110, 2002.  
333  
334 SPENCER, M.; MUMM, R.; GWYN, J. Inventors - DeKalb Genetics Corporation,  
335 assignee.21/03/2000. Glyphosate resistant maize lines. U.S.patent 6040497  
336

- 337 WAQUIL, J.M.; VIANA, P.A.; LORDELLO, A.I.; CRUZ, I.; OLIVEIRA, A.C. Controle  
338 da lagarta do cartucho em milho com inseticidas químicos e biológicos. *Pesquisa*  
339 *Agropecuária Brasileira*, v.17, n.2, p.163-166, 1982.  
340
- 341 WILLIAMS, W. P.; DAVIS, F. M.; WINDHAM, G. L. Registration of Mp 708  
342 germplasm line of maize. *Crop Science*, Madison, v.30, p.757, 1990.  
343
- 344 YAMADA, T.; CASTRO, P. R. C. Efeitos do glifosato nas plantas: efeitos do glifosato  
345 nas plantas: efeitos do glifosato nas plantas: implicações fisiológicas e agronômicas.  
346 Encarte técnico. *Informações agronômicas* nº 119 – setembro/2007.