



**LAÍS TELES DE SOUZA**

**ATRIBUTOS MORFOLÓGICOS E PRODUTIVOS DE CULTIVARES  
DE MILHO COM DIFERENTES EVENTOS TRANSGÊNICOS**

**INCONFIDENTES-MG  
2015**

**LAÍS TELES DE SOUZA**

**ATRIBUTOS MORFOLÓGICOS E PRODUTIVOS DE CULTIVARES  
DE MILHO COM DIFERENTES EVENTOS TRANSGÊNICOS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como pré-requisito de conclusão do curso de Engenharia Agrônômica no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas Gerais - Câmpus Inconfidentes, para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Agrônômica.

Orientador: Dr. José Luiz de Andrade Rezende Pereira

**INCONFIDENTES-MG  
2015**

**LAÍS TELES DE SOUZA**

**ATRIBUTOS MORFOLÓGICOS E PRODUTIVOS DE CULTIVARES  
DE MILHO COM DIFERENTES EVENTOS TRANSGÊNICOS**

**Data de aprovação: \_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 2015**

---

**Prof. Dr. José Luiz de Andrade Rezende Pereira  
IFSULDEMINAS - Câmpus Inconfidentes**

---

**Profa. Dra. Hebe Perez de Carvalho  
IFSULDEMINAS - Câmpus Inconfidentes**

---

**Prof. Dr. Cleiton Lourenço de Oliveira  
IFSULDEMINAS - Câmpus Inconfidentes**

A minha família que são em grande parte responsáveis por este novo momento de vitórias.

**OFEREÇO**

Ao professor Dr. José Luiz de Andrade Rezende Pereira pesquisador fundamental no meu  
crescimento profissional e humano.

**DEDICO**

## AGRADECIMENTOS

A Deus que incessantemente olha por mim, guia meus passos e ensina-me que sempre há uma solução.

Aos meus pais, exemplo de luta, humildade e amor para comigo.

Ao meu namorado César, por viver comigo a Palavra: “O amor é paciente, é bondoso; o amor não é invejoso, não é arrogante, não se ensoberbece, não é ambicioso, não busca os seus próprios interesses, não se irrita, não guarda ressentimento pelo mal sofrido, não se alegra com a injustiça, mas regozija-se com a verdade; tudo desculpa, tudo crê, tudo espera, tudo suporta.”

Aos meus amigos e irmãos da Comunidade Javé Nissi da Renovação Carismática Arquidiocesana, pelas orações e amor mútuo.

Aos meus amigos (as) e companheiros (as) do Grupo de Estudos em Agricultura (GEAGRO), com quem, nesse tempo, convivi e que fizeram este período diferente.

Ao meu orientador, Dr. José Luiz de Andrade Rezende Pereira, pela atenção, apoio, amizade e conselhos oferecidos durante estes anos.

Aos professores do curso de Engenharia Agrônômica do IFSULDEMINAS - campus Inconfidentes, em especial ao prof. Dr. Cleber Kouri de Souza, pelo exemplo de humildade, por toda atenção, apoio e todos os conhecimentos transmitidos.

Aos funcionários do IFSULDEMINAS: Cláudio, Sr. Pedro, José Martinelli por toda ajuda.

Ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas - campus Inconfidentes (IFSULDEMINAS) pela oportunidade de cursar o ensino médio-técnico e a graduação.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela concessão de bolsa todos estes anos.

A todos que, de forma direta ou indireta, participaram deste encerramento de mais um “degrau” de minha vida e que não foram citados aqui, mas Deus sabe e traz a recompensa.

“O desenvolvimento não se reduz a um simples crescimento econômico. Para ser autêntico, deve ser integral, quer dizer, promover todos os homens e o homem todo. Nos desígnios de Deus, cada homem é chamado a desenvolver-se, porque toda a vida é vocação. É dado a todos, em germe, desde o nascimento, um conjunto de aptidões e de qualidades para fazê-las render: desenvolvê-las será fruto da educação recebida do meio ambiente e do esforço pessoal, e permitirá a cada um orientar-se para o destino que lhe propõe o Criador. Dotado de inteligência e de liberdade, é cada um responsável tanto pelo seu crescimento como pela sua salvação. Ajudado, por vezes constrangido, por aqueles que o educam e rodeiam, cada um, sejam quais forem as influências que sobre ele se exerçam, permanece o artífice principal do seu êxito ou do seu fracasso: apenas com o esforço da inteligência e da vontade, pode cada homem crescer em humanidade, valer mais, ser mais.”(Populorum Progressio)

Papa Paulo VI

## RESUMO

Atualmente o uso de técnicas de biotecnologia tem sido utilizado para o desenvolvimento de híbridos de milho resistentes a herbicidas e ao ataque de lagartas na qual tem apresentado grande eficiência no controle de plantas daninhas e insetos pragas. Porém não existem atualmente dados suficientes na literatura para responder questionamentos relativos a uma possível interferência nos atributos morfológicos e produtivos em híbridos de milho com o uso destas tecnologias. Assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar as diferenças existentes nos atributos morfológicos e produtivos de dois híbridos de milho convencional e com diferentes eventos transgênicos, em condições de safra. Para isto foi instalado um experimento no município de Inconfidentes, MG, na safra de 2014/2015, utilizando o híbrido 2B688 e 2B587 contendo as tecnologias Herculex, Power Core e convencional. O delineamento experimental foi DBC em esquema fatorial. Foram avaliadas as seguintes características: altura de planta, altura de espiga, espessura de colmo, teor de clorofila, produtividade de grãos, ataque de lagarta, peso de espiga, número de fileira por espiga, número de grãos por fileira, comprimento de espiga, densidade de espiga e peso de 100 grãos. Concluiu-se que os híbridos com a tecnologia Power Core apresentaram maior altura de planta, altura de espiga, número de grãos por fileira, comprimento de espiga e menor ataque de lagarta em relação aos híbridos convencionais e com a tecnologia Herculex. Os híbridos 2B587 e 2B688 não apresentaram, até o presente momento, alterações na produtividade mesmo possuindo diferentes eventos.

## ABSTRACT

Currently the use of biotechnology techniques have been used for the development of corn hybrids resistant to herbicides and caterpillars attack in which has shown great efficiency in weed control and insect pests. But there are currently insufficient data in the literature to answer questions related to a possible interference in morphological and productive attributes in corn hybrids with the use of these technologies. The objective of this study was to evaluate the differences in morphological and productive attributes of two hybrids conventional and with different transgenic events in crop conditions. For this was installed an experiment in the Inconfidentes City, Minas Gerais province, the harvest of 2014/2015, using a hybrid 2B688 and 2B587 containing the Herculex technologies, Power Core and conventional. The experimental design was DBC factorial. The following characteristics were evaluated: plant height, ear height, thick thatch, chlorophyll content, grain yield, caterpillar attack, tenon weight, number of row per tenon, number of kernels per row, tenon length, tenon weight and weight of 100 grains. It was concluded that the hybrids with the Power Core technology had greater plant height, ear height, number of kernels per row, ear length and lower caterpillar attack compared to hybrids and conventional with Herculex technology. Hybrid 2B587 and 2B688 not had, to date, changes in productivity even having different events.

## SUMÁRIO

<b>RESUMO</b> .....	I
<b>ABSTRACT</b> .....	II
<b>LISTA DE ILUSTRAÇÕES</b> .....	IV
<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	I
<b>2. REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	3
2.1 PLANTAS INVASORAS NA CULTURA DO MILHO.....	3
2.2 INSETOS PRAGA NA CULTURA DO MILHO.....	5
2.3 PLANTAS GENETICAMENTE MODIFICADAS.....	6
<b>3. MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	11
3.1 ÁREA EXPERIMENTAL .....	11
3.2 CLIMA.....	12
3.3 MATERIAL GENÉTICO .....	14
3.4 TRATAMENTOS E DELINEAMENTO EXPERIMENTAL.....	14
3.5 CONDUÇÃO DO EXPERIMENTO .....	14
3.6 VARIÁVEIS ANALISADAS.....	15
3.7 ANÁLISE ESTATÍSTICA .....	17
<b>4. RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	18
<b>5. CONCLUSÃO</b> .....	26
<b>6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	27

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

<b>Tabela 1</b> Características físicas do solo amostrado na área experimental na safra 2014/2015 no município de Inconfidentes-MG. ....	11
<b>Tabela 2.</b> Características químicas do solo amostrado na área experimental na safra 2014/2015 no município de Inconfidentes-MG.....	12
<b>Figura 1.</b> Valores acumulados de precipitação pluviométrica média e temperatura média por decênio, durante o período em estudo (2014-2015). ....	13
<b>Tabela 3.</b> Características dos híbridos utilizados no experimento.....	14
<b>Tabela 4.</b> Escala de notas (0 a 9) para avaliação de danos de <i>Spodoptera frugiperda</i> no cartucho do milho (adaptada de Davis et al., 1992). ....	16
<b>Tabela 5.</b> Resumo da análise de variância para a altura de planta (AP), altura de espiga (AE), espessura de colmo (EC), teor de clorofila (TC), ataque de lagarta (AT), peso da espiga (PE), número de fileira por espiga (NF), número de grãos por fileira (NG), comprimento da espiga (CE), diâmetro da espiga (DE), peso de 100 grãos (P100) e para produtividade de grãos (PG), no município de Inconfidentes-MG, no ano agrícola de 2014/2015. ....	19
<b>Tabela 6.</b> Resultados médios da altura de planta (AP), altura de espiga (AE), espessura de colmo (EC), teor de clorofila (TC), ataque de lagarta (AT), peso da espiga (PE), número de fileira por espiga (NF), número de grãos por fileira (NG), comprimento da espiga (CE), diâmetro da espiga (DE), peso de 100 grãos (P100) e para produtividade de grãos (PG) em relação ao híbrido, no município de Inconfidentes-MG, no ano agrícola de 2014/2015. ....	22
<b>Tabela 7.</b> Resultados médios da altura de planta (AP), altura de espiga (AE), espessura de colmo (EC), teor de clorofila (TC), ataque de lagarta (AT), peso da espiga (PE), número de fileira por espiga (NF), número de grãos por fileira (NG), comprimento da espiga (CE), diâmetro da espiga (DE), peso de 100 grãos (P100) e para produtividade de grãos (PG) em relação a versão, no município de Inconfidentes-MG, no ano agrícola de 2014/2015. ....	25

## 1. INTRODUÇÃO

O milho (*Zea mays* L.) é considerado uma das principais culturas de grãos utilizadas no mundo, entretanto a produção deste cereal pode apresentar baixo rendimento, devido a inúmeros fatores, dentre os quais certamente a interferência exercida pela presença de plantas invasoras e insetos praga assume grande importância resultando em graves prejuízos no crescimento, na produtividade e na operacionalização de colheita.

A redução do rendimento da cultura do milho devido à competição estabelecida com as plantas invasoras tende a elevar o custo de produção, reduzir margens de lucro diminuindo a qualidade do produto final podendo variar até 100% em função de vários fatores como espécie, grau de infestação, do tipo de solo, condições climáticas reinantes no período, além do estágio fenológico da cultura.

Com efeito, o uso do sistema de plantio direto tem requerido um controle químico eficiente das plantas invasoras, sendo os herbicidas de pós-emergência os mais utilizados e que tem causado uma crescente utilização do *glyphosate* (N-phosphonomethyl-glycine), principal defensivo em uso no mundo. Conseqüentemente, técnicas de biotecnologia foram aplicadas desenvolvendo híbridos de milho resistentes a herbicidas através da introdução de um gene nas plantas tornando possível a utilização de produtos de ação total em pós-emergência na cultura para o controle das plantas invasoras.

Além de plantas invasoras, inúmeros insetos-praga, como a lagarta-do-cartucho (*Spodoptera frugiperda*), destacam-se como importantes pragas do milho, tanto pela redução da produtividade e da qualidade do produto final, quanto pela dificuldade de controle. Dentre as opções para o estabelecimento de uma estratégia adequada de manejo dessas pragas,

também pode-se destacar a utilização de variedades resistentes a insetos, que apresenta uma série de vantagens, dentre as quais a compatibilidade com outras técnicas de controle.

Ainda que a utilização exclusiva de genótipos resistentes não proporcione um controle satisfatório das pragas, o emprego de variedades com níveis baixos ou moderados de resistência pode ser vantajoso, caso sua potencialidade possa ser incrementada com a associação de outros fatores.

O potencial de utilização e de benefícios do sistema de plantas geneticamente modificadas tanto para herbicidas como para insetos-praga é enorme e dinâmico, e tenderá a oferecer mais e melhores alternativas de manejo agrícola sustentável quanto mais conhecimento científico e técnico a ele for agregado. Nesse sentido, a biotecnologia de plantas ocupa papel central na busca de soluções para atenuar os problemas, atuais e futuros, causados pelo estilo de vida adotado pelo homem.

A utilização destas plantas passa a ser mais uma alternativa dentro do manejo integrado de pragas e plantas daninhas, pois além de constituir uma nova opção de mecanismo de ação para rotação de herbicidas e inseticidas no manejo da cultura, possibilita maior simplicidade e flexibilidade quanto à época de aplicação. Porém, ainda não existem estudos que afirmam se a resistência a herbicidas e a insetos-praga interfere nas características agronômicas de plantas de milho, pois não existem atualmente dados suficientes na literatura para responder questionamentos relativos a uma possível queda na produção de grãos e interferência nas características agronômicas e produtivas de híbridos transgênicos.

Assim, esta pesquisa teve por objetivo avaliar as diferenças existentes nos atributos morfológicos e produtivos de dois híbridos de milho convencional e com diferentes eventos transgênicos, em condições de safra, na região do Sul de Minas Gerais.

## **2. REVISÃO DE LITERATURA**

### **2.1 PLANTAS INVASORAS NA CULTURA DO MILHO**

Planta invasora pode ser determinada como toda planta cujas vantagens não tem sido ainda encontradas ou como planta que interfere negativamente os objetivos do homem (FISHER, 1973). Ashton e Mônaco (1991) definem planta daninha como sendo a planta que se desenvolve onde não é esperada.

As plantas invasoras constituem-se em um problema sério para a agricultura, pois desenvolvem-se em condições semelhantes às das plantas cultivadas. Se as condições edafoclimáticas são propícias à lavoura, são também para as espécies invasoras. Todavia, se as condições ambientais são desfavoráveis às espécies cultivadas, as invasoras, por apresentarem elevado grau de adaptação, podem então resistir e perpetuar com maior facilidade. Elas podem germinar, crescer, desenvolver e reproduzir em condições ambientais pouco favoráveis, como em condições de umidade excessiva, temperaturas desfavoráveis, estresse hídrico, fertilidade desfavorável, elevada salinidade, acidez ou alcalinidade (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Milho e Sorgo, 2006).

A convivência de plantas invasoras com cultivos de milho pode diminuir a produtividade das culturas, pois as plantas de milho apresentam alta aptidão em absorver e utilizar água e nutrientes, além de terem abrangida competência de utilização de radiação solar. Todavia, a presença de plantas invasoras desde a fase inicial de desenvolvimento da cultura pode ocasionar danos, até mesmo totais (RAJCAN e SWANTON, 2001).

A produtividade e o fator econômico na produção de grandes culturas são interferidos pelas plantas invasoras, as quais tendem a aumentar o custo de produção, reduzir as margens de lucro diminuindo a qualidade do produto final (CONSTAIN; OLIVEIRA, 2005). Segundo Almeida (1981), a redução do rendimento da cultura do milho devido à concorrência constituída com as plantas invasoras pode variar de 12 até 100%, em função da espécie, do grau de infestação, do tipo de solo, das condições climáticas predominantes no período, além do estágio fenológico das plantas cultivadas. Esse caso foi confirmado em experimento de campo, onde se verificou que, a partir da emissão da quinta folha, a presença de plantas invasoras na cultura do milho diminuiu o rendimento de grãos, comprimento médio da espiga e número médio de grãos por fileira (FANCELLI e DOURADO NETO, 2000).

Em diferente trabalho feito por Ford e Pleasant (1994), a redução média de produtividade de grãos em seis genótipos de milho, sob interferência com plantas invasoras, foi de 70% em relação ao tratamento sem a presença das mesmas.

O grau de interferência é definido como redução percentual da produção econômica de certa cultura, ocasionada pela interferência das plantas invasoras, quando comparada com a produção da cultura mantida livre de competição durante todo o ciclo. De todos os fatores que afetam o grau de interferência, o que mais se ressalta é o período em que as populações de plantas daninhas e as plantas cultivadas estão concorrendo aos recursos do meio como, por exemplo, luz, nutrientes e água, denominado Período Crítico da Interferência (PCPI) (PITELLI, 1985). O controle de plantas invasoras nesse momento é fundamental para evitar perdas de rendimento, principalmente quando se utiliza um programa de manejo com herbicidas pós-emergentes.

No mundo, o método de controle de plantas invasoras mais amplamente utilizado na cultura do milho é o químico, possibilitando a obtenção de elevadas produtividades (RADOSEVICH et al., 1997). Contudo, esse método de controle pode apresentar alguns problemas, tais como: possibilidade de contaminação ambiental, risco de intoxicação, aparecimento de biótipos de plantas daninhas resistentes aos herbicidas e necessidade de mão-de-obra qualificada. Por isso, há necessidade de adoção de práticas de manejo complementares que reduzam a interferência das plantas invasoras e o uso de herbicidas. A adoção de práticas de manejo que visem posicionar a cultura em situação competitiva vantajosa em relação às plantas daninhas, constitui-se em alternativa viável para reduzir, ou até eliminar a utilização de herbicidas (TOLLENAAR et al., 1994).

## 2.2 INSETOS PRAGA NA CULTURA DO MILHO

Os insetos têm sido uma das maiores causas de danos na produção de alimentos sendo estas perdas da ordem de 20 a 30% da produção mundial (ESTRUCH et al., 1997). Estima-se que cerca de 67.000 espécies de insetos causem danos às plantações sendo as regiões tropicais, normalmente as mais pobres do mundo, as que mais sofrem com a alta incidência de insetos-praga (HERRERA-ESTRELLA, 1999).

Na cultura do milho a incidência dos insetos praga é um dos fatores que comprometem o rendimento e a qualidade da produção de milho (FERNANDES, 2003), sendo estimadas perdas médias de 7% devido o ataque destes (BENTO, 2000). Tem-se observado na cultura do milho o aumento na incidência e densidade populacional de insetos praga que causam danos significativos à lavoura. Espécies de insetos que antes ocorriam em baixos níveis populacionais, por encontrar condições ecológicas favoráveis ao seu desenvolvimento, se tornaram limitantes à cultura do milho, no Brasil (PAIVA, 2007).

As pragas encontram-se dentre os inúmeros fatores que comprometem a produtividade das plantas de milho e, entre elas, destaca-se a lagarta-do-cartucho *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1727) (Lepidoptera: Noctuidae), espécie de grande importância, não apenas pelos prejuízos que gera, mas também pela dificuldade e baixa eficiência do controle químico (BOIÇA JUNIOR et al., 1993; ROEL; VENDRAMIM, 2006). Esta praga atinge preferencialmente o cartucho das plantas de milho, consumindo grande parte da área foliar antes de as folhas se desenvolverem. O ataque intenso já nos primeiros estádios de desenvolvimento da planta destrói a região basal do caule formador das novas folhas, podendo levar à morte do colo junto à parte aérea e as raízes das plantas (WAQUIL et al., 1982). O controle dessa espécie tem sido realizado principalmente com o uso de produtos químicos que, além de afetar o meio ambiente, também podem causar resistência dos insetos a tais produtos (LIMA et al., 2006).

No Brasil, estima-se que a lagarta-do-cartucho seja responsável por mais de 25% das perdas causadas por pragas no milho e pela maior parte dos 38,3 milhões de dólares gastos com pulverizações de inseticidas, resultando no prejuízo anual de aproximadamente 250 milhões de dólares (WAQUIL; VILELLA 2003).

Em nível mundial, os produtores agrícolas perdem bilhões de dólares com a redução da produtividade ocasionada pelo ataque de insetos e pelo custo em defensivos agrícolas necessários para minimizar os danos. Alguns inseticidas químicos, como os

piretróides sintéticos, têm sido amplamente utilizados no controle de insetos-pragas, porém estes têm perdido a eficácia devido ao surgimento de insetos resistentes (SMITH, 1999). Por outro lado, a necessidade de diminuir os custos e minimizar os efeitos ambientais e os riscos à saúde dos produtores têm tornado as plantas Bt uma alternativa promissora para o controle de insetos.

Desde a liberação comercial das plantas Bt nos EUA, os agricultores têm adotado esta tecnologia visando a um efetivo aumento de produção à agricultura sustentável (DUNWELL, 1999).

### 2.3 PLANTAS GENETICAMENTE MODIFICADAS

A busca por métodos alternativos de controle de insetos-praga e uso racional de herbicidas nas lavouras tem sido realizada com afinco por vários laboratórios ao redor do mundo, devido à necessidade de uma agricultura mais sustentável e desenvolvida com uma maior preocupação com a preservação do meio ambiente. Com efeito, o uso da biotecnologia, pela aplicação de conhecimentos sobre os processos biológicos e sobre as propriedades dos seres vivos, com o fim de resolver problemas e criar produtos de utilidade tem sido um desses métodos para alcançar tais objetivos.

Na produção de alimentos, a biotecnologia pode fornecer meios para o aumento da produção agrícola pela aplicação do conhecimento molecular da função dos genes e das redes regulatórias envolvidas na tolerância a estresse, desenvolvimento e crescimento, "desenhando" novas plantas (TAKEDA; MATSUOKA, 2008). A transformação genética de plantas cultivadas possibilita a validação funcional de genes individuais selecionados, bem como a exploração direta dos transgênicos no melhoramento genético, visando à inserção de características agronômicas desejáveis.

Atualmente, a produção de transgênicos está difundida em praticamente todas as regiões agrícolas do planeta, e a adoção da biotecnologia pelos produtores atinge níveis nunca alcançados por outras tecnologias avançadas, em toda história da agricultura. Em 2009, culturas modificadas geneticamente foram plantadas por mais de 14 milhões de agricultores, em 134 milhões de hectares, distribuídos em 25 países (JAMES, 2014). O Brasil ocupa o segundo lugar entre os países com maior área cultivada com transgênicos no mundo, cerca de 21,4 milhões de hectares, atrás apenas dos Estados Unidos com 62,5 milhões de hectares (Isaaa, 2010). A razão desse indiscutível sucesso são os benefícios obtidos com a produção de

plantas transgênicas resistentes a doenças e insetos, a redução no uso de defensivos e o aumento da produção.

Segundo a Food and Agriculture Organization (FAO) (2010), a previsão de crescimento do setor agrícola brasileiro até o ano de 2019 é de 40%, quando comparado ao período-base 2007-2009. Nesse mesmo período, Rússia, China e Índia não passarão os 26% de crescimento no setor, enquanto crescimentos mais modestos são esperados para Estados Unidos e Canadá (entre 10% e 15%). A União Europeia não deve ultrapassar os 4% (OECD-FAO Agricultural Outlook 2010-2019). Essa previsão de crescimento acentuado da produção brasileira se deve, por um lado, às condições econômicas e ambientais favoráveis do país, e, por outro, à adoção massificada de culturas geradas com o auxílio da biotecnologia.

Em um futuro próximo, a redução dos custos para o desenvolvimento e a adoção dos produtos da biologia molecular pode aumentar a variedade de plantas transgênicas e a sua disponibilidade para pequenos e médios produtores. A inserção de características antes ausentes na planta pode agregar valor aos seus produtos, multiplicando a renda do agricultor e diminuindo o êxodo rural. A transformação genética pode ser o motor de uma transformação social.

Em 2009, 14 milhões de agricultores em 25 países cultivaram comercialmente lavouras geneticamente modificadas, e mais de 90% eram de pequenos produtores rurais de países em desenvolvimento. Do total plantado, as variedades transgênicas resistentes a insetos (*Bt*) e tolerantes a herbicida (Glifosato) representavam mais de 99% da área cultivada (JAMES, 2014).

A tecnologia Bt, evento Herculex da empresa Dow Agrosience, possui os genes *CryIF* e *PAT* da bactéria não patogênica *Bacillus thuringiensis* var. aizawai., e da bactéria *Streptomyces viridochromogenes* cepa Tu494, estes genes comandam expressão das proteínas Cry1F e PAT, que conferem, respectivamente, efeito inseticida sobre lepidópteros, e tolerância ao herbicida glufosinato de amônio. Já o milho tolerante a herbicidas e com resistência a insetos, denominado Power Core pela mesma empresa, possui os genes *CryIF*, *CryIA.105*, *Cry2Ab2*, *CP4 EPSPS* e *PAT*. Ambas tecnologias tem sido muito utilizadas pelos produtores.

Segundo Carpenter (2010), as diferenças significativas para aumentos de produção entre países desenvolvidos e em desenvolvimento decorrem, provavelmente, da falta de um manejo adequado de pragas e plantas daninhas nas lavouras convencionais nos países em desenvolvimento. Dessa maneira, para os agricultores desses países, a adoção da

cultura transgênica foi muito mais vantajosa do que para os agricultores de países desenvolvidos. O Brasil não foi considerado nessa pesquisa, e os dados de adoção e produção de culturas transgênicas por pequenos produtores ainda são escassos no país.

Em 2009, o Brasil se tornou o segundo maior produtor de plantas geneticamente modificadas (GM) do mundo, atrás apenas dos Estados Unidos. O plantio de soja, milho e algodão transgênicos alcançou a marca de 21,4 milhões de hectares semeados, superando em 100 mil hectares a área plantada na Argentina (ISAAA, 2010). Desse total, 16,2 milhões de hectares são plantados com soja *Roundup Ready* (tolerante ao herbicida glifosato), 5 milhões com milho *Bt* (resistente a pragas) e 145 mil hectares com algodão transgênico, destes 116 mil correspondem ao algodão *Bt* e 29 mil são tolerantes a herbicida.

Apesar do domínio da soja na produção de transgênicos no Brasil, o crescimento de lavouras geneticamente modificadas em 2009 foi liderado pelo milho. A produção do milho transgênico foi aprovada pela Comissão Técnica Nacional de Biossegurança (CTNBio) em agosto de 2007, e, a partir de então, o plantio vem crescendo vertiginosamente. O aumento na produção de milho transgênico na safra de 2009 foi de 400%, em comparação ao ano de 2008 (ISAAA, 2010). Na safra 2010/2011, estão disponíveis para o produtor 136 cultivares de milho transgênico, e as perspectivas são de produção superior à safra passada (EMBRAPA, 2010).

A utilização de cultivares resistentes aos herbicidas vem sendo feita extensivamente durante as últimas cinco décadas, pelo simples fato de que para uma cultura ser resistente basta um herbicida seletivo. No passado, isso era feito pelas indústrias de defensivos quando testavam várias moléculas de herbicidas sobre várias plantas daninhas e culturas, até descobrir para qual cultura o herbicida era seletivo. Porém, agora, um único herbicida pode apresentar seletividade para diversas espécies de plantas, através da transferência de genes que conferem resistência a uma determinada molécula, produzindo genótipos resistentes. Segundo Burnside (1992) e Lyson (2002), as vantagens destas cultivares resistentes aos herbicidas são a grande facilidade de superar problemas de manejo de plantas daninhas, a maior facilidade para os produtores adotarem técnicas de manejo integrado ou dar continuidade ao manejo quando o controle cultural ou mecânico não são eficientes, o aumento nas opções de manejo de plantas daninhas em culturas de menor importância, as vantagens econômicas para os produtores, já que as culturas resistentes diminuem os prejuízos causados pela deriva de herbicidas, e pelos herbicidas persistentes no solo quando há rotação de culturas, além possibilitar o controle das plantas daninhas

botanicamente relacionadas à cultura, a maior segurança para o ambiente, já que se usaria um menor número de herbicidas em campo.

Ainda não existem estudos se a resistência ao produto glifosato interfere nas características agronômicas do milho, porém híbridos tolerantes ao grupo das imidazolinonas, que são os mais utilizados, não apresentam dados animadores. Embora, a mistura de imazethapyr + imazapyr tenha proporcionado excelente opção no manejo de plantas daninhas, levando ao incremento do uso de híbridos tolerantes, em alguns casos as imidazolinonas causam fitotoxicidade na cultura em níveis inaceitáveis. Essa fitotoxicidade ocorre em função de diferenças nas características agronômicas de cada híbrido e na adaptabilidade em diferentes ecossistemas, além de seletividade diferenciada para diferentes herbicidas do referido grupo químico. Assim, pode-se concluir que alguns híbridos apresentam diferentes graus de resistência cruzada aos herbicidas do grupo das imidazolinonas (OWEN, 1998).

Existem vários herbicidas e/ou misturas recomendados para o controle de plantas invasoras na cultura de milho, sendo a maioria aplicada em condições de pré-emergência das plantas invasoras e da cultura (SILVA; MELHORANÇA, 1991). Com o aumento da área de milho agricultada pelo sistema de semeadura direta, surgiu a necessidade da criação de novos herbicidas recomendados em pós-emergência (PINTO et al., 1993).

López-Ovejero et al., (2003) ressaltam que o produto a ser empregado deve ser preferencialmente seletivo para a culturas de híbridos convencionais, não provocando injúrias nas plantas de milho, tanto na parte aérea quanto no sistema radicular, visto que várias condições de uso podem ocasionar distintos efeitos fitotóxicos comprometendo a produção. Como justificativa Magalhães et al., (2000) citam que a aplicação de herbicidas em pós emergência inicial e em pós-emergência dirigida pode causar injúrias às plantas de milho, quando estas são atingidas por produtos não totalmente seletivos.

A utilização de plantas geneticamente modificadas, com tolerância a herbicidas de ação total, passa a ser mais uma alternativa dentro do manejo integrado de plantas daninhas (MIPD), pois além de compor uma nova opção de mecanismo de ação para rotação de herbicidas no manejo das plantas daninhas, possibilita maior simplicidade, flexibilidade quanto à época de aplicação e maior espectro de plantas controladas (KAWAGUCHI et al., 2003).

Com relação aos insetos-praga, os inseticidas biológicos utilizados há mais de 50 anos no Brasil, são uma alternativa para o controle mais seletivo de insetos nocivos. Esta prática inclui, principalmente, o emprego de microorganismos. Mais recentemente, plantas

transgênicas resistentes a insetos e a herbicidas, desenvolvidas pela integração, nos seus genomas, dos genes de resistência provenientes desses microrganismos, constituem-se em mais uma alternativa com grande potencial de proteção contra as perdas causadas por insetos-praga e plantas daninhas (SCHULER et al., 1998; HILDER; BOULTER, 1999).

A primeira geração de plantas transgênicas resistentes a insetos foi desenvolvida exatamente com o uso de genes codificadores de proteínas inseticidas do entomopatógeno Bt (*Bacillus thuringiensis*) (FISCHHOFF, 1987; VAECK et al., 1987). A prática do emprego dessas plantas-Bt tem permitido uma redução efetiva nos danos causados por insetos-praga e, simultaneamente, uma redução do uso de pesticidas químicos. Destaca-se também a necessidade da adoção de técnicas de manejo adequadas, de forma a evitar o surgimento de resistência (BOBROWSKI et al., 2003).

Tendo por base os dados sobre segurança, riscos ambientais e eficiência de controle de pragas avaliados durante os 50 anos de utilização no Brasil da bactéria entomopatogênica Bt como bioinseticida, pode-se considerar que as plantas Bt oferecem segurança e controle efetivo de insetos praga (MAAGD et al., 1999).

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1 ÁREA EXPERIMENTAL

O experimento foi conduzido de novembro de 2014 a junho de 2015, na área experimental da Fazenda do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas Gerais, município de Inconfidentes, estado de Minas Gerais (MG), situado a 940 m de altitude, a 22°18'47'' de latitude Sul e 46°19'54,9'' de longitude Oeste (FAO, 1985) e que já está sendo cultivada com milho a várias safras.

O solo da área experimental foi classificado como Latossolo Vermelho Amarelo Eutrófico (SOUZA, 2015), textura argilosa de acordo com a análise física (Tabela 1) e as adubações de base e cobertura foram realizadas de acordo com a análise química do solo (Tabela 2), seguindo recomendação para o milho conforme Ribeiro et al. (1999).

**Tabela 1.** Características físicas do solo amostrado na área experimental na safra 2014/2015 no município de Inconfidentes-MG.

<b>Profundidade</b>	<b>Areia</b>	<b>Silte</b>	<b>Argila</b>
	..... % .....		
0 - 10 cm	23,78	12,20	64,02
30 - 40 cm	23,31	11,72	64,97

**Fonte:** Laboratório de Física do Solo - IFSULDEMINAS - Campus Inconfidentes (SOUZA, 2015).

**Tabela 2.** Características químicas do solo amostrado na área experimental na safra 2014/2015 no município de Inconfidentes-MG.

<b>Data</b>	<b>pH</b> (H <sub>2</sub> O)	<b>P</b> mg dm <sup>-3</sup>	<b>K</b>	<b>Al</b>	<b>Ca</b>	<b>Mg</b>	<b>H+Al</b>	<b>SB</b>	<b>CTC</b>	<b>V</b> %
24/07/2014	5,30	13,25	85,70	0,00	2,39	0,57	4,95	3,18	8,13	39,09

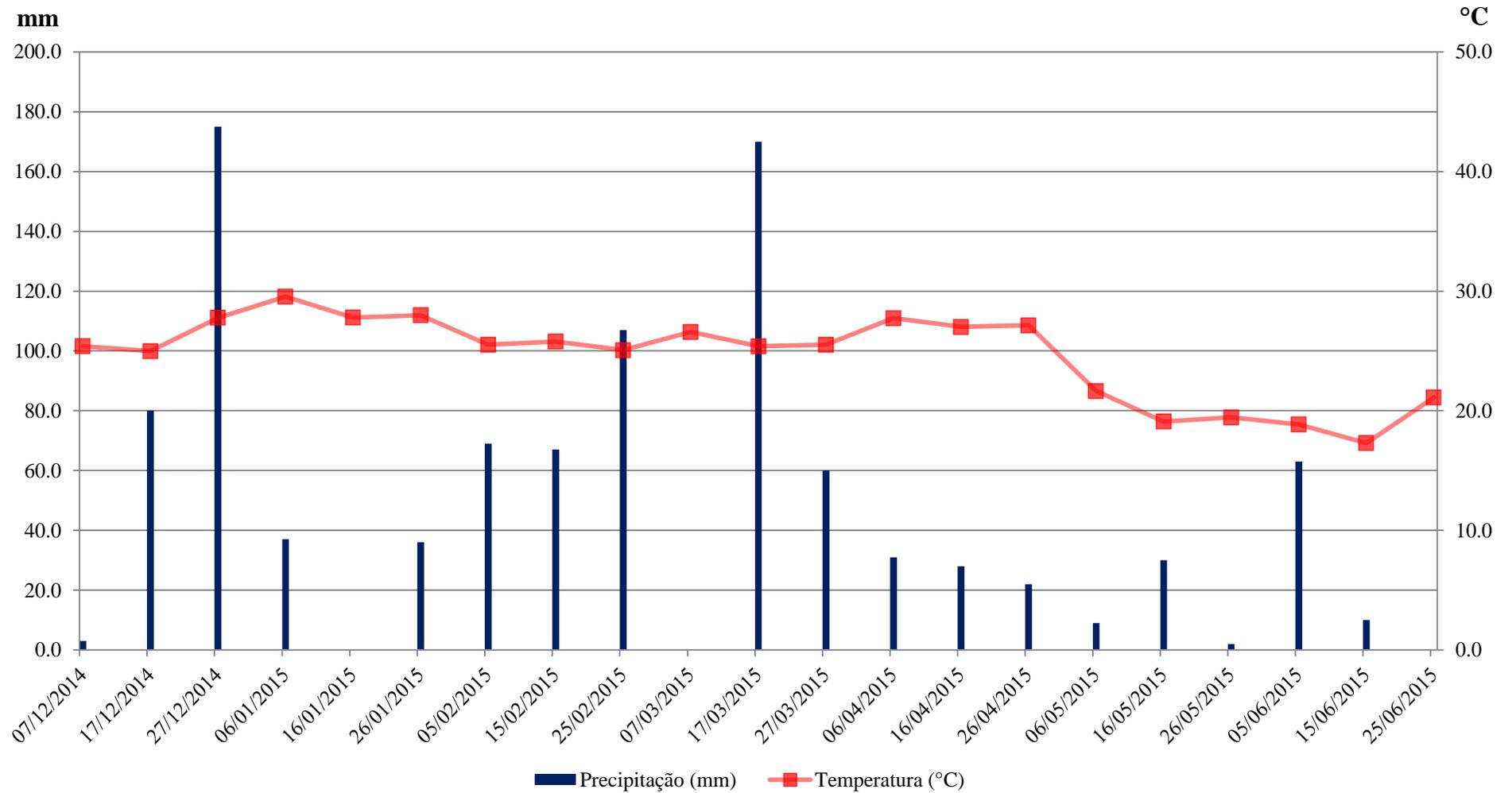
  

<b>M.O.</b>	<b>P-rem</b>	<b>Ca/Mg</b>	<b>Mg/K</b>	<b>Zn</b>	<b>Fe</b>	<b>Mn</b>	<b>Cu</b>	<b>B</b>	<b>S</b>
g dm <sup>-3</sup>	mg L <sup>-1</sup>	... cmol dm <sup>-3</sup> ...					mg dm <sup>-3</sup> .....		
3,97	11,42	4,19	2,60	0,00	2,39	0,57	4,95	3,18	8,13

**Fonte:** Laboratório de Química e Fertilidade do solo - IFSULDEMINAS - Campus Inconfidentes.

### 3.2 CLIMA

O clima da região é do tipo temperado propriamente dito, ou seja, mesotérmico de inverno seco (Cwb). Apresenta temperatura média anual de 19,3°C e precipitação média anual de 1.411 mm (BRASIL, 1992; FAO, 1985). A precipitação e a temperatura média da safra 2014/2015 foi de 4,82 milímetros e 24,7 °C, respectivamente. A acumulação total de precipitação foi de 999 milímetros durante a safra 2014/2015 (Figura 1).



**Figura 1.** Valores acumulados de precipitação pluviométrica média e temperatura média por decênio, durante o período em estudo (2014-2015).

Fonte: Elaboração própria.

### 3.3 MATERIAL GENÉTICO

Para a realização do experimento foram utilizados seis híbridos de milho com diferentes características selecionados de acordo com a recomendação para o plantio na região e provenientes da empresa sementeira Dow Agosciences.

Foram utilizados dois híbridos (2B688 e 2B587) em três diferentes versões (convencional, Herculex e Power Core) (Tabela 2).

**Tabela 3.** Características dos híbridos utilizados no experimento.

<b>Cultivar</b>	<b>Base genética</b>	<b>Textura do grão</b>	<b>Ciclo</b>	<b>Versão</b>	<b>Empresa</b>
2B688	HT	Semi-duro	Precoce	Convencional	Dow Agosciences
2B688	HT	Semi-duro	Precoce	Herculex	Dow Agosciences
2B688	HT	Semi-duro	Precoce	Power Core	Dow Agosciences
2B587	HS	Semi-dentado	Precoce	Convencional	Dow Agosciences
2B587	HS	Semi-dentado	Precoce	Herculex	Dow Agosciences
2B587	HS	Semi-dentado	Precoce	Power Core	Dow Agosciences

### 3.4 TRATAMENTOS E DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

O delineamento experimental foi em blocos casualizados (DBC), com seis tratamentos em arranjo fatorial  $3 \times 2$  e quatro repetições. Os tratamentos consistiram nas versões dos híbridos de milho em convencional (controle), Herculex e Power Core, sendo os dois últimos transgênicos. Cada parcela continha quatro linhas de 5 m de comprimento, espaçadas a 0,8 m de distância e as duas linhas centrais foram consideradas úteis para efeito de coleta de dados e observações.

### 3.5 CONDUÇÃO DO EXPERIMENTO

O milho foi semeado utilizando o dobro de sementes necessárias para atingir o estande final de 65.000 plantas por hectare. Quando as plantas atingiram o estágio V3, ou seja, três folhas totalmente expandidas foi realizado um desbaste para a definição do estande final do experimento.

Para o controle de plantas invasoras e prevenção de pragas, foi feita uma aplicação de herbicida, cujo princípio ativo é tembotriona, na dose de 200 ml ha<sup>-1</sup> e uma aplicação do inseticida Decis 25 EC, na dose de 100 ml ha<sup>-1</sup>.

### 3.6 VARIÁVEIS ANALISADAS

Foram avaliadas as seguintes características agronômicas:

- **Altura de planta (AP):** altura média de dez plantas escolhidas aleatoriamente na parcela, medida em metros, do nível do solo até o ponto de inserção da folha bandeira;
- **Altura de espiga (AE):** altura média das espigas de dez plantas escolhidas aleatoriamente na parcela, medidas em metros, do nível do solo até o ponto de inserção da espiga superior;
- **Espessura de colmo (EC):** espessura média de dez plantas escolhidas aleatoriamente na parcela, medida em milímetros, com o auxílio de um paquímetro digital, a aproximadamente 5 cm acima da espiga principal.
- **Teor de clorofila (TC):** uma leitura com medidor de clorofila feita em pontos situados na metade a dois terços do comprimento da folha, a partir da base, e a 2 cm da margem da folha, medido em unidade SPAD;
- **Produtividade de grãos (PG):** para a determinação da produção de grãos por hectare foi realizada a colheita manual das espigas. Estas foram debulhadas, os grãos pesados e, posteriormente, retiradas amostras para a determinação da porcentagem de umidade. Os dados de produtividade de grãos foram corrigidos para umidade de 13% e expressos em kg ha<sup>-1</sup>, utilizando a seguinte expressão:

$$P_{13\%} = PU \times \left( \frac{100 - U}{87} \right)$$

Em que:

P<sub>13%</sub> = produtividade de grãos (kg ha<sup>-1</sup>) corrigida para a umidade padrão de 13%.

PU = produtividade de grão úmido (kg ha<sup>-1</sup>).

U = umidade dos grãos observada no campo (%).

- **Ataque de lagarta (AL):** decorridos 10 dias da infestação, os danos foram avaliados através da escala visual de notas (Tabela 4);

**Tabela 4.** Escala de notas (0 a 9) para avaliação de danos de *Spodoptera frugiperda* no cartucho do milho (adaptada de Davis et al., 1992).

<b>Nota</b>	<b>Descrição</b>
0	Planta sem dano
1	Planta com pontuações (mais que uma pontuação por planta)
2	Planta com pontuações; 1 a 3 lesões circulares pequenas (até 1,5 cm)
3	Planta com 1 a 5 lesões circulares pequenas (até 1,5 cm); mais 1 a 3 lesões alongadas (até 1,5 cm)
4	Planta com 1 a 5 lesões circulares pequenas (até 1,5 cm); mais 1 a 3 lesões alongadas (maiores que 1,5 cm e menores que 3,0 cm)
5	Planta com 1 a 3 lesões alongadas grandes (maior que 3,0 cm) em 1 a 2 folhas; mais 1 a 5 furos ou lesões alongadas até 1,5 cm
6	Planta com 1 a 3 lesões alongadas grandes (maior que 3,0 cm) em 2 ou mais folhas; mais 1 a 3 furos grandes (maiores que 1,5 cm) em 2 ou mais folhas
7	Planta com 3 a 5 lesões alongadas grandes (maiores que 3,5 cm) em 2 ou mais folhas; mais 3 a 5 furos grandes (maiores que 1,5 cm) em 2 ou mais folhas
8	Planta com muitas lesões alongadas (mais que 5) de todos os tamanhos na maioria das folhas. Muito furos médios a grandes (mais que 5) maiores que 3,0 cm em muitas folhas
9	Planta com muitas folhas, na quase totalidade, destruídas

- **Peso de espiga (PE):** peso, em gramas por parcela, de três espigas despalhadas;

- **Número de fileiras de grãos (NF):** número médio de fileiras de milho de três espigas colhidas na área útil de cada parcela;

- **Número de grãos por fileira (NG):** número médio de grãos por fileira de milho de três espigas colhidas na área útil de cada parcela;

- **Comprimento da espiga (CE):** comprimento médio de três espigas despalhadas colhidas na área útil de cada parcela, medido em centímetros, com o auxílio de uma régua milimetrada;

- **Diâmetro de espiga (DE):** diâmetro médio de três espigas despalhadas colhidas na área útil de cada parcela, medida em milímetros, com o auxílio de um paquímetro digital;

- **Peso de 100 grãos (P100):** peso, em gramas, de uma amostra de 100 grãos sadios, com precisão de centésimos de grama.

### 3.7 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os resultados foram submetidos à análise de variância, sendo as médias comparadas pelo teste de Scott Knott (1974), primeiramente a 1% de probabilidade e, posteriormente, a 5% de probabilidade utilizando o Software SISVAR (FERREIRA, 2011).

#### **4. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Com base nos resultados obtidos, para a variável altura de planta, teor de clorofila, peso de espiga, ataque de lagarta, número de fileiras, diâmetro de espiga e peso de 100 grãos (P100) constatou-se efeito significativo para o fator híbrido, o que pode ser comparado com outros trabalhos da literatura devido ao fato de possuírem diferentes bases genéticas (PENARIOL et al., 2003; CARDOSO et al., 2003). Já o fator versão apresentou efeito significativo para a variável altura de planta, altura de espiga, ataque de lagarta, número de grãos por espiga, comprimento de espiga e diâmetro da espiga (Tabela 5).

Não houve influência do fator híbrido e do fator versão para a variável espessura de colmo (EC) e produtividade de grãos. Os dados corroboram com os resultados encontrados por SOUZA, et al (2014) no qual a produtividade de cultivares de milho não foi afetada pela inserção da transgenia nos mesmos (Tabela 5).

Não houve efeito significativo na interação de híbrido *versus* versão para nenhuma variável analisada (Tabela 5).

**Tabela 5.** Resumo da análise de variância para a altura de planta (AP), altura de espiga (AE), espessura de colmo (EC), teor de clorofila (TC), ataque de lagarta (AT), peso da espiga (PE), número de fileira por espiga (NF), número de grãos por fileira (NG), comprimento da espiga (CE), diâmetro da espiga (DE), peso de 100 grãos (P100) e para produtividade de grãos (PG), no município de Inconfidentes-MG, no ano agrícola de 2014/2015.

FV	QM											
	AP	AE	EC	TC	AL***	PE	NF	NG	CE	DE	P100	PG
<b>Híbrido</b>	0,03285*	0,00224 <sup>ns</sup>	0,03920 <sup>ns</sup>	145,04166**	1.06194*	35.89260**	35,89260**	0,01815 <sup>ns</sup>	0,10401 <sup>ns</sup>	24,50260**	119,17126**	2966006,25770 <sup>ns</sup>
<b>Versão</b>	0,04867**	0,01946*	0,35121 <sup>ns</sup>	8,64500 <sup>ns</sup>	9.97833**	0.16417 <sup>ns</sup>	0,16417 <sup>ns</sup>	56,63440*	7,91806*	6,58980*	1,34192 <sup>ns</sup>	2936283,45885 <sup>ns</sup>
<b>Híb x Versão</b>	0,01330 <sup>ns</sup>	0,02292 <sup>ns</sup>	0,01502 <sup>ns</sup>	2,25166 <sup>ns</sup>	0.48976 <sup>ns</sup>	0.80065 <sup>ns</sup>	0,80065 <sup>ns</sup>	5,31773 <sup>ns</sup>	1,80586 <sup>ns</sup>	3,84846 <sup>ns</sup>	1,61107 <sup>ns</sup>	1123634,863217 <sup>ns</sup>
<b>Média Geral</b>	2,69	1,30	16,70	60,50	1.48	17.50	17,50	33,86	16,35	53,03	27,93	10.832,41
<b>CV</b>	3,69	5,97	4,07	4,72	28.73	5.64	5,64	8,45	8,73	2,74	3,44	10,74

\*\* Significativo a 1% de probabilidade, \* significativo a 5% de probabilidade e <sup>ns</sup> não significativo.

\*\*\* Foi utilizada a transformação de dados  $x^{0.5}$  para atender as pressuposições de análise de variância.

Com relação ao híbrido foi observado que o 2B688 apresentou maior altura de planta, peso de espiga, número de fileiras de grãos por espiga, diâmetro de espiga e maior ataque de lagarta em comparação com o 2B587. Já o híbrido 2B587 apresentou maior teor de clorofila e maior peso de 100 grãos.

Os resultados para a variável altura de planta corroboram com as informações apresentadas por Embrapa (2015), na qual o híbrido 2B688 apresenta maior altura de planta, porém as informações apresentam valores menores aos encontrados neste experimento sendo 2,10 m para o híbrido 2B688 e 2,05 m para o híbrido 2B587.

Quanto ao ataque de lagarta os dados corroboram com os resultados obtidos por Ota et al., (2011) em diversas localidades. Para a característica diâmetro de espiga houve diferença estatística entre as duas cultivares e ambas apresentaram diâmetro maior a 4 cm, enquanto o valor mínimo para comércio é 3 cm.

Verificou-se que o híbrido 2B587 apresentou menor número de fileira de grãos e peso e diâmetro de espiga, porém obteve maior peso de 100 grãos e o comprimento da espiga e o número de grãos por fileira não diferiram do híbrido 2B688 (Tabela 6). O número de grãos por planta é variável com o comprimento e o número de grãos por fileira, sendo esse componente (número de grãos) o que apresenta maior relação com a produtividade de milho (BELOW, 1995). Dessa forma é possível inferir que os grãos do híbrido 2B587 são maiores do que os do híbrido 2B688 e não mais densos, pois no milho dentado (textura próxima do 2B587), o endosperma é duro nos lados e amiláceo no centro do grão, sendo um caráter poligênico. Já o milho duro (textura próxima do 2B688) apresenta um endosperma mais denso e cristalino que ocupa quase todo o seu volume, sendo que a proporção amilácea é muito reduzida. Este caráter é poligênico e o grão duro, geralmente, é o que apresenta maior densidade (OLIVEIRA et al., 2007).

As duas cultivares também apresentaram valores médios de altura de espiga, espessura de colmo, número de grãos por fileira, comprimento de espiga e produtividade de grãos estatisticamente semelhantes entre si. Os valores médios encontrados para a variável altura de espiga não corroboram com as informações apresentadas por Embrapa (2015) na qual ambos os híbridos apresentam diferenças entre si sendo 1,15 m para o híbrido 2B688 e 1,05 m para o híbrido 2B587.

As duas cultivares apresentaram valores médios de comprimento de espiga estatisticamente semelhantes entre si acima de 15 cm, valor a partir do qual as espigas foram consideradas comercializáveis (Tabela 6). Considerando-se que o comprimento de espiga é

uma característica altamente correlacionada com a produtividade (SANTOS et al., 2005), os híbridos apresentaram rendimentos parecidos. Em contraste com estes resultados, Albuquerque et al. (2008) observaram correlação positiva entre a altura de plantas e o comprimento médio das espigas, indicando que a seleção para plantas altas implicará em espigas maiores e mais pesadas.

Infere-se que os híbridos utilizados neste trabalho não apresentaram alterações na produtividade mesmo possuindo a tecnologia da transgenia. Resultados semelhantes foram encontrados por SOUZA et al., (2014).

**Tabela 6.** Resultados médios da altura de planta (AP), altura de espiga (AE), espessura de colmo (EC), teor de clorofila (TC), ataque de lagarta (AT), peso da espiga (PE), número de fileira por espiga (NF), número de grãos por fileira (NG), comprimento da espiga (CE), diâmetro da espiga (DE), peso de 100 grãos (P100) e para produtividade de grãos (PG) em relação ao híbrido, no município de Inconfidentes-MG, no ano agrícola de 2014/2015.

Híbrido	Média											
	AP	AE	EC	TC	AL	PE	NF	NG	CE	DE	P100	PG
	m	M	mm	un. SPAD	Nota	g	un.	un.	cm	mm	g	kg ha <sup>-1</sup>
2B688	2,35883a	1,29183 <sup>a</sup>	16,66933a	58,04166b	1.69271a	18.72333a	18,72333a	33,88833a	16,28583a	54,04916a	25,70333b	10.480,86916a
2B587	2,28483b	1,31116 <sup>a</sup>	16,75016a	62,95833a	1.27201b	16.27750b	16,27750b	33,83333a	16,41750a	52,02833b	30,16000a	11.183,95833a

Médias seguidas de letras distintas minúsculas na coluna diferem entre si pelo teste de Scott-Knott (P<0,05).

Com relação ao evento transgênico foi observado que os híbridos detentores da tecnologia Power Core apresentaram maior altura de planta, altura de espiga, número de grãos por fileira, comprimento de espiga e menor ataque de lagarta. Já os híbridos com a tecnologia Herculex apresentaram altura de planta, altura de espiga, número de grãos por fileira e comprimento de espiga semelhante aos híbridos convencionais, ou seja, não houve diferença significativa entre os mesmos (Tabela 7).

Plantas geneticamente modificadas que possuem um gene com tolerância a herbicidas, como a do glifosato (CP4 EPSPS), possuem uma superprodução da enzima EPSPs, pertencente à via biossintética dos aminoácidos aromáticos tirosina, fenilalanina e triptofano (GRUYS; SIKORSKI, 1999). Assim, as plantas que expressam a proteína CP4 EPSPS, como é o caso dos híbridos 2B688PW e 2B587PW, continuam produzindo os aminoácidos aromáticos essenciais ao seu metabolismo na presença do glifosato, o que garante a sobrevivência da planta. Entretanto, em cultivos sem a presença do glifosato ocorre, possivelmente, um aumento da síntese desses aminoácidos, devido à superprodução da proteína EPSPS ocorrendo o desvio de fotoassimilados do metabolismo primário para o secundário aumentando a biossíntese de aminoácidos aromáticos e compostos secundários (YAMADA e CASTRO, 2007), destacando que, nessa pesquisa, não foi realizada a aplicação do herbicida. Assim sendo, o fato pode ter favorecido a maior altura de planta, conseqüentemente, maior altura de espiga e maior número de grãos por fileira e comprimento de espiga dos híbridos estudados.

Na avaliação de danos de *S. frugiperda* nas plantas de milho, pôde-se observar que houve menor dano no híbrido PW e Herculex em relação à cultivar convencional (Tabela 7). Dessa forma, é possível inferir que plantas de milho PW e Herculex apresentam maior tolerância ao ataque de *S. frugiperda*, proporcionando menores danos nas folhas, que são de extrema importância para a realização dos processos fotossintéticos e de evapotranspiração, e capazes de interferir no potencial produtivo do milho (SANGOI et al., 2007). Os resultados obtidos são semelhantes aos de outros trabalhos de pesquisa (FERNANDES et al., 2003; CASTRO et al., 2009), os quais comprovaram que genótipos de milho Bt são menos atacados pela *S. frugiperda*, principalmente na fase inicial de desenvolvimento do milho. Além disso, os híbridos de milho transgênicos reduzem a sobrevivência e o desenvolvimento das lagartas de *S. frugiperda*, porém havendo diferenças na redução da área foliar pelo ataque da praga em função do híbrido (WAQUIL et al., 2002). Nesse trabalho, os híbridos Power Core, que expressavam os genes *Cry1F*, *Cry1A.105*, *Cry2Ab2*, *CP4 EPSPS* e *PAT*, foram mais

resistentes aos ataque da lagarta em relação aos híbridos Herculex, que expressavam somente o gene *CRYIF* e *PAT*.

Os híbridos com a tecnologia Power Core apresentaram nota média de 0,2 para o ataque de lagarta. Conforme escala de notas proposta por Davis et al. (1992), a nota 0 refere-se a plantas sem danos. Já os híbridos com a tecnologia Herculex apresentaram nota média de 1,7 que refere-se a plantas com pontuações. Segundo esses autores, as lagartas de *S. frugiperda*, nos primeiros ínstares, se limitam a raspar as folhas das plantas. As proporções de danos observadas no milho transgênico, portanto, referem-se ao comportamento inicial de alimentação das lagartas nas folhas. Esses danos, todavia, ao contrário do observado no milho convencional, não progrediram, devido à ação das toxinas, principalmente a Cry1Ab, nas lagartas (ARMSTRONG et al., 1995; KOZIEL et al., 1993). No milho convencional, a nota média de danos foi de 2,4, o que representa plantas com pontuações; 1 a 3 lesões circulares pequenas (até 1,5 cm) (Tabela 7).

A inserção de tecnologias nos híbridos não interferiu na espessura de colmo, no teor de clorofila, no peso de espiga, no número de grãos por fileira, no diâmetro de espiga, no peso de 100 grãos e na produtividade de grãos dos materiais utilizados neste experimento, pois não foram encontradas diferenças que demonstrassem efeitos significativos, a 5% de probabilidade, pelo teste de Scott-Knott, para o fator versão. O milho com ou sem uso da transgenia produziu, respectivamente, 11,33, 11 e 10,15 t.ha<sup>-1</sup>. Esses resultados não foram significativamente diferentes ( $P \leq 0,05$ ), sugerindo que a produtividade do milho pode ser mantida independente da tecnologia empregada nas sementes utilizadas.

Segundo Long (2006), a maior produtividade nem sempre está relacionada a maiores valores de fotossíntese, mas sim com a contribuição de características controladas geneticamente. Magalhães e Jones (1990) verificaram que o tamanho do grão e o potencial de acomodar fotoassimilados em milho são determinados pelo tamanho e número de células do endosperma. Assim, é possível que nos híbridos estudados neste experimento a maior altura de planta ou fotossíntese não reflitam em maior produtividade, na espessura de colmo, no peso de espiga, no número de grãos por fileira, no diâmetro de espiga e no peso de 100 grãos pois as células de acúmulo de fotoassimilados já se encontravam completamente preenchidas.

**Tabela 7.** Resultados médios da altura de planta (AP), altura de espiga (AE), espessura de colmo (EC), teor de clorofila (TC), ataque de lagarta (AT), peso da espiga (PE), número de fileira por espiga (NF), número de grãos por fileira (NG), comprimento da espiga (CE), diâmetro da espiga (DE), peso de 100 grãos (P100) e para produtividade de grãos (PG) em relação a versão, no município de Inconfidentes-MG, no ano agrícola de 2014/2015.

Versão	Média											
	AP	AE	EC	TC	AL	PE	NF	NG	CE	DE	P100	PG
	m	m	mm	un. SPAD	nota	g	un.	un.	cm	mm	g	kg ha <sup>-1</sup>
PW	2,40025a	1,34725a	16,95150a	59,42500a	0.25000c	17.58375a	17.58375a	36,87375a	17,50000a	53,93875a	28,37000a	11.331,47125a
HX	2,32100b	1,30800b	16,58050a	61,50000a	1.76952b	17.58250a	17,58250a	32,87500b	15,75000b	53,05375a	27,86625a	11.007,43375a
CV	2,24425b	124925b	16,59725a	60,57500a	2.42756a	17.33500a	17,33500a	31,83375b	15,80500b	52,12375a	27,55875a	10.158,33625a

Médias seguidas de letras distintas minúsculas na coluna diferem entre si pelo teste de Scott-Knott (P<0,05).

## **5. CONCLUSÃO**

A inserção dos eventos transgênicos em híbridos de milho modificou alguns atributos morfológicos como altura de planta, altura de espiga, resistência ao ataque de lagarta e alguns atributos produtivos como número de grãos por fileira e comprimento da espiga. Porém esta interferência dependeu do tipo de evento transgênico.

Híbridos com a tecnologia Power Core apresentaram maior altura de planta, altura de espiga, número de grãos por fileira, comprimento de espiga e menor ataque de lagarta em relação aos híbridos que convencionais e com a tecnologia Herculex.

Os híbridos 2B587 e 2B688 não apresentaram, até o presente momento, alterações na produtividade de grãos mesmo possuindo diferentes eventos transgênicos.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALBUQUERQUE, C. J. B. et al. Desempenho de híbridos experimentais e comerciais de milho para produção de milho verde. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 32, n. 03, Lavras-MG, 2008.

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).

ARMSTRONG, C. L.; PARKER, G. B.; PERSHING, J. C.; BROWN, S. M.; SANDERS, P. R.; DUNCAN, D. R.; STONE, T.; DEAN, D. A.; DeBOER, D. L.; HART, J.; HOWE, A. R.; MORRISH, F. M.; PAJEAU, M. E.; PETERSEN, W. L.; REICH, B. J.; RODRIGUEZ, R.; SANTINO, C. G.; SATO, S. J.; SCHULER, W.; SIMS, S. R.; STEHLING, S.; TAROCHIONE, L. J.; FROMM, M. E. Field evaluation of European corn borer control in progeny of 173 transgenic corn events expressing an insecticidal protein from *Bacillus thuringiensis*. **Crop Science**, Madison, v. 35, p. 550-557. 1995.

Ashoton, F.M.; Mônaco, T.J. (1991) *Weed science*. New York: John Wiley. 466p.

BELOW, F. E. Nitrogen metabolism and crop productivity. In: PRESSARAKLI, M. **Handbook of plant and crop physiology**. New York: Marcel Dekker, 1995. p. 275–301.

BENTO, J. M. S. Comedores de lucro. *Cultivar*, v. 3, p.18-21, 2000.

BETZ, F.S.; HAMMOND, B.G.; FUCHS, R.L. Safety and advantages of *Bacillus thuringiensis*-protected plants to control insect pests. **Regulatory, Toxicology and Pharmacology**, San Diego, v.32, p.156-173, 2000.

BOBROWSKI, V. L., FIUZA, L. M., PASQUALI, G., BODANESE-ZANETTINI, M. H. Genes de *Bacillus thuringiensis*: uma estratégia para conferir resistência a insetos em plantas. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.34, n.1, p.843-850, 2003.

BOIÇA JUNIOR, A.L.; GALLI, J.C.; BORTOLI, S.A. DE; RODRIGUES JR., C.; LARA, F.M. Comparação de vinte e quatro genótipos de milho infestados por *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith, 1797) (Lepidoptera, Noctuidae). **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v.22, n.1, p.31- 137, 1993.

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

BURNSIDE, O.C. Rationale for developing herbicide resistant crops. **Weed Technology**, Champaign, v.6, n.3, p.621-625, 1992.

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

CARPENTER, J. E. Peer-reviewed surveys indicate positive impact of commercialized GM crops. **Nature Biotechnology**, v.28, p.319-21, 2010.

CASTRO, A. L. G; CRUZ, I.; SILVA, I. F.; PAULA, C. de S.; LEAO, M. L.; FERREIRA, T. E.; MENEZES, A. P. de J. Flutuação populacional do parasitóide *Eiphosoma vitticole* (Cresson) (Hymenoptera: Ichneumonidae) em milho convencional e transgênico (*Bt*). **Revista Brasileira de Agroecologia**, Cruz Alta, v. 4, n. 2, p. 4341-4344, 2009.

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

DAVIS, F. M.; NG, S. S.; WILLIAMS, W. P. Visual rating scales for screening whorl-stage corn for resistance to fall armyworm. Mississippi: Agricultural and Forest Experiment Station, 1992. 9p.

DUNWELL, J.M. Transgenic crops: the next generation, or an example of 2020 vision. **Annals of Botany**, Kent, v.84, p.269- 277, 1999.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Safra 2013/2014**. Disponível em <<http://www.cnpms.embrapa.br/milho/cultivares/>>. Acesso em 03 de agosto de 2015.

EMBRAPA Milho e Sorgo (2006) Sistema de Produção. Versão eletrônica – 2ª edição: <[http://www.sistemaproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Milho/CultivadoMilho\\_2ed/plantasdaninhas.htm](http://www.sistemaproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Milho/CultivadoMilho_2ed/plantasdaninhas.htm)> acesso 27 de setembro de 2014.

EMBRAPA. 2010. Disponível em:  
<<http://www.cnpms.embrapa.br/milho/cultivares/index.php>>

ESTRUCH, J.J., et al. Transgenic plants: an emerging approach to pest control. **Nature Biotechnology**, New York, v.15, p.137- 141, 1997.

FANCELLI, L. A.; DOURADO NETO, D. Manejo de plantas daninhas. In: FANCELLI, L.A.; DOURADO NETO, D. (Eds.). **Produção de milho**. Guaíba: Agropecuária, 2000. p. 183-215.

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

FAO. 2010. Disponível em: <<http://www.fao.org>>

FERNANDES, O. D. **Efeito do milho geneticamente modificado (MON810) em *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith 1797) (Lepidoptera: Noctuidae) e no parasitóide de ovos *Trichogramma spp.*** 2003. 164 f. Tese (Doutorado em Entomologia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2003.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia** (Universidade Federal de Lavras), v. 35, n.6, p. 1039-1042, 2011.

FISCHHOFF, D.A. Insect tolerant transgenic tomato plants. **Bio/ technology**, London, v.5, p.807-813, 1987.

FISHER, H.H. **Conceito de erva daninha**. In: Warren, G.F., Willian, R.D., Sacco, J. da C., Lamar, R.V., Albert, C.A. Curso intensivo de controle de ervas daninhas. Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, p. 5-10, 1973.

FORD, G.T.; PLEASANT, J.M. Competitive abilities of six corn (*Zea mays*) hybrids with four weed control practices. **Weed Technology**, Champaign, v.8, n.1, p.124-128, 1994.

GRUYS, K. J.; SIKORSKI, J. A. Inhibitors of tryptophan, phenylalanine and tyrosine biosynthesis as herbicides. In: SINGH, B. K. Plant amino acids: biochemistry and biotechnology. New York: Marcel Dekker, 1999. p. 357-384.

HERRERA-ESTRELLA, L. Transgenic plants for tropical regions: Some consideration about their development and their transfer to the small farmer. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the USA**, Washington, v.96, p.5978-5981, 1999.

HILDER, V.A.; BOULTER, D. Genetic engineering of crop plants for insect resistance - a critical review. **Crop Protection**, Oxford, v.18, p.177-191, 1999.

ISAAA. 2010. Disponível em: <<http://www.isaaa.org>>

JAMES, C.A. Global review of commercialized transgenic crops. Ithaca: International Service for the Acquisiton of Agribiotechnology application, 2003. Disponível em: [http://www.isaa.org/publications/briefs\\_24.htm](http://www.isaa.org/publications/briefs_24.htm). Acesso em 19 de abril de 2014.

KAWAGUC, I. T.; MONTEZUMA, M.C.; CAMPOSILVAN, D.; PEREIRA, A.M.; NETO, A.F. **Eficácia e seletividade do herbicida glifosato em aplicação isolada e sequencial, sobre a cultura do algodão roundup ready®** - evento 1445. IV Congresso Brasileiro de Algodão, Goiânia, 2003.

KOZIEL, M. G.; BELAND, G. L.; BOWMAN, C.; CAROZZI, N. B.; CRENSHAW, R.; CROSSLAND, L.; DWASON, J.; DESAI, N.; HILL, M.; KADWELL, S.; LAUNIS, K.; LEWIS, K.; MADDOX, D.; McPHERSON, K.; MEGHJI, M. R.; MERLIN, E.; RHODES, R.; WARREN, G. W.; WRIGHT, M.; EVOLA, S. V. Field performance of elite transgenic

maize plants expressing an insecticidal protein derived from *Bacillus thuringiensis*. **Bio/Technology**, New York, v. 11, p. 194-200, 1993.

LIMA, F.W.N.; OHASHI, O.S.; SOUZA, F.R.S.; GOMES, F.S. Avaliação de acessos de milho para resistência a *Spodoptera frugiperda* (Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) em laboratório. **Acta Amazonica**, v.36, n.2, p.147-150, 2006.

LONG, S. P.; ZHU, X. G.; NAIDU, S. L.; ORT, D. R. Can improvement in photosynthesis increase crop yields? **Plant, Cell & Environment** 29: 315-330, 2006.

LÓPEZ-OVEJERO, R.F.; FANCELLI, A.L.; DOURADO-NETO, D.; GARCÍA Y GARCÍA, A.; CHRISTOFFOLETI, P.J. Seletividade de herbicidas para a cultura de milho (*Zea mays*) aplicados em diferentes estádios fenológicos da cultura. **Planta daninha**, vol.21 n.3 Viçosa Set./Dez. 2003.

LYSON, T. Advanced agricultural biotechnologies and sustainable agriculture. Trends in **Biotechnology**, Oxford, v.20, p. 15-19, 2002.

De MAAGD, R.A.; BOSCH, D.; STIEKEMA, W. *Bacillus thuringiensis* toxin-mediated insect resistance in plants. **Trends in Plant Sciences**, London, v.4, p.9-13, 1999.

MAGALHÃES, P.C.; SILVA, J.B.; DURÃES, F.O.M. Fitotoxicidade de herbicidas aplicados em pós-emergência na fase inicial da cultura do milho. **Planta Daninha**, Viçosa-MG v. 18, n. 2, 2001.

MAGALHÃES, P.C.; JONES, R. Aumento de fotoassimilados sobre os teores de carboidratos e nitrogênio em milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.25, n.12, p.1755-1761, 1990.

OECD-FAO. 2010. Disponível em: <<http://www.agri-outlook.org>>

OLIVEIRA, J. P. CHAVES, L. J. DUARTE, J. B. BRASIL, E. M. RIBEIRO, K. O. Qualidade física do grão em populações de milho de alta qualidade protéica e seus cruzamentos. Goiânia-GO. **Pesquisa Agropecuária Tropical** 37(4): 233-241, dez. 2007.

OTA, E. C. LOURENÇÃO, A. L. DUARTE, A. P. RAMOS JUNIOR, E. U. ITO, M. A. Desempenho de cultivares de milho em relação à lagarta-do-cartucho. **Bragantia**, Campinas, v. 70, n. 4, p.850-859, 2011

OWEN, M.D.K. **North American developments in herbicide tolerant crops**. 1998. Disponível em: <http://www.weeds.iastate.edu/>. Acesso em 22 de abril de 2014.

PAIVA, E. Milho transgênico resistente a insetos. **Revista Plantio Direto**, 98:34-38, 2007.

PENARIOL, F.G.; FORNASIERI FILHO, D.; COICEV, L.; BORDIN, L.; FARINELLI, R. Comportamento de cultivares de milho semeados em diferentes espaçamentos entre linhas e densidades populacionais, na safrinha. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.2, p.52-60, 2003.

PESKE, S.; LEVIEN, A. Tendências de utilização de sementes de milho por nível tecnológico. **Anuário Abrasem**, Brasília, DF, p.28, 3. 2006.

PINTO, J. J. O.; ALMEIDA, R.; HASSMANN, J. S. Avaliação do herbicida nicosulfuron aplicado em pós-emergência na cultura de milho. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE HERBICIDAS E PLANTAS DANINHAS, 19., 1993, Londrina. **Resumos...** Londrina: IAPAR, 1993. p. 152.

PITELLI, L.A. Interferências de plantas daninhas em culturas agrícolas. **Informe Agropecuário**, v.11, n.129, p.16-27, 1985.

RADOSEVICH, S. et al. Weed ecology: implications for management. 2.ed. New York : Wiley, 1997. 588p.

RAJCAN, I.; SWANTON, C.J. Understanding maize-weed competition: resource competition, light quality and the whole plant. *Field Crops Research*, Amsterdam, v.71, n.2, p.139-150, 2001.

RIBEIRO, A. C.; GUIMARÃES, P. T. G.; ALVAREZ V., V. H. (Ed.). **Recomendação para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5. Aproximação**. Viçosa: Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais, 1999. 359p

ROEL, A.R.; VENDRAMIM, J.D. Efeito residual do extrato acetato de etila de *Trichilia pallida* Swartz (Meliaceae) para lagartas de diferentes idades de *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae). *Ciência Rural*, v.36, n.4, p.1049-1054, 2006.

SANGOI, L.; SCHMITT, A.; ZANIN, G. C. Área foliar e rendimentos de grãos de híbridos de milho em diferentes populações de plantas. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v. 6, n. 3 p. 263-271, 2007.

SANTOS, I. C. et al. Comportamento de cultivares de milho produzidos organicamente e correlações entre características das espigas colhidas no estágio verde. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 04, n. 01, p. 45-53, 2005.

SCHULER, T.H. et al. Potential side effects of insectresistant transgenic plants on arthropod natural enemies. **Trends in Biotechnology**, Cambridge, v.17, p.210-215, 1999.

SCOTT, A.; KNOTT, M. A cluster analysis method for grouping means in the analysis of variance. *Biometrics*, 30: 507-12, 1974.

SILVA, A. A.; MELHORANÇA, A. L. Controle de plantas daninhas na cultura do milho. In: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. UEPAE - Dourados, MS. Milho: informações técnicas. Dourados, 1991. p. 114-127. Dourados (Circular Técnica, 20).

SMITH, R.H. Alabama entomologist believes genetic engineering and eradication will usher in a new era of cotton pests. *Cotton Grower Plus*, USA, March, v.1, p.5, 1999.

SOUZA, C. K. Caracterização físico-ambiental da fazenda-escola do IFSULDEMINAS - Câmpus Inconfidentes, MG. 2015 (no prelo).

SOUZA, L. T. PEREIRA, J. L. A. R. SOUZA, T. T. TAVARES, M. V. S. VERSARI, A. Influência do gene RR (Roundup Ready®) nas características agronômicas de plantas de milho. **Anais**. XXX Congresso Nacional de Milho e Sorgo. Salvador - BA, 2014.

TAKEDA, S.; MATSUOKA, M. Genetic approaches to crop improvement: responding to environmental and population changes. **Nature Reviews Genetics**, v.9, p.444-57, 2008.

TOLLENAAR, M. et al. Effect of crop density on weed interference in maize. **Agronomy Journal**, Madison, v.86, n.4, p.591-595, 1994.

VAECK, M. et al. Transgenic plants protected from insect attack. **Nature**, New York, v.327, p.33-37, 1987.

WAQUIL, J.M. & F.M.F. VILELLA. 2003. Gene bom. **Rev. Cultivar** v. 49: p. 22-26.

WAQUIL, J.M.; VIANA, P.A.; LORDELLO, A.I.; CRUZ, I.; OLIVEIRA, A.C. Controle da lagarta do cartucho em milho com inseticidas químicos e biológicos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.17, n.2, p.163-166, 1982.

WAQUIL, J. M.; VILELA, F. M. F.; FOSTER, J. E. Resistência do milho (*Zea mays* L.) transgênico (*Bt*) à lagarta-do-cartucho, *Spodoptera frugiperda* Smith (Lepidoptera: Noctuidae). **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v. 1, n. 3, p. 1-11, 2002.

YAMADA, T.; CASTRO, P. R. C. **Efeitos do glifosato nas plantas: efeitos do glifosato nas plantas: implicações fisiológicas e agronômicas**. Encarte técnico. Informações agronômicas nº 119 – setembro/2007.