



**CAMILA CARVALHO DOS SANTOS AMARAL**

**PERFIL NUTRICIONAL DE HÍBRIDOS DE MILHO  
GENETICAMENTE MODIFICADO E O SEU ISOGÊNICO  
CONVENCIONAL**

**LAVRAS – MG**

**2016**

**CAMILA CARVALHO DOS SANTOS AMARAL**

**PERFIL NUTRICIONAL DE HÍBRIDOS DE MILHO  
GENETICAMENTE MODIFICADO E O SEU ISOGÊNICO  
CONVENCIONAL  
NUTRITIONAL PROFILE OF GENETICALLY MODIFIED CORN  
HYBRIDS AND ITS CONVENTIONAL ISOGENIC**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação do Mestrado Profissional em Genética e Melhoramento de Plantas, área de concentração em Genética e Melhoramento de Plantas, para a obtenção do título de Mestre.

Prof. Dr. João Bosco dos Santos

Orientador

**LAVRAS – MG**

**2016**

**Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema de Geração de Ficha Catalográfica da Biblioteca  
Universitária da UFLA, com dados informados pelo(a) próprio(a) autor(a).**

Amaral, Camila Carvalho dos Santos.

Perfil nutricional de híbridos de milho geneticamente modificado  
e o seu isogênico convencional / Camila Carvalho dos Santos

Amaral. – Lavras : UFLA, 2016.

69 p. : il.

Dissertação(mestrado profissional)–Universidade Federal de  
Lavras, 2016.

Orientador: João Bosco dos Santos.

Bibliografia.

1. Equivalência nutricional. 2. Composição química. 3. *Zea  
mays*. I. Universidade Federal de Lavras. II. Título.

**CAMILA CARVALHO DOS SANTOS AMARAL**

**PERFIL NUTRICIONAL DE HÍBRIDOS DE MILHO  
GENETICAMENTE MODIFICADO E O SEU ISOGÊNICO  
CONVENCIONAL  
NUTRITIONAL PROFILE OF GENETICALLY MODIFIED CORN  
HYBRIDS AND ITS CONVENTIONAL ISOGENIC**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação do Mestrado Profissional em Genética e Melhoramento de Plantas, área de concentração em Genética e Melhoramento de Plantas, para a obtenção do título de Mestre.

APROVADA em 20 de abril de 2016.

Dra. Monik Evelin Leite

UFLA

Dra. Danielle Costenaro Silva

Syngenta Seeds

Prof. Dr. João Bosco dos Santos  
Orientador

**LAVRAS – MG**

**2016**

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço a Deus por sua presença sempre junto a mim.

Ao meu esposo, Braz, agradeço o carinho, a paciência, a dedicação e a compreensão por muitas vezes estar ausente, pois sem seu apoio incondicional nada disso teria se concretizado. Aos meus filhos, Raul e Gustavo, essa conquista é toda de vocês, pois vocês foram os responsáveis pelo início e por eu chegar até o fim. Aos meus pais, Marlon e Regina, e a minha irmã, Mariana, obrigada por sempre acreditarem que eu sou capaz.

Ao Time de Regulatório da Syngenta Seeds, obrigada por me incentivarem nesse trabalho e estarem sempre me suportando em minhas atividades para que com êxito eu concluísse o mestrado.

Obrigada ao meu orientador, prof. João Bosco, pelo suporte na condução deste trabalho, e aos colegas que fiz na UFLA, que de alguma maneira contribuíram para que eu chegasse ao fim.

À Universidade Federal de Lavras e ao Programa de Pós-Graduação em Genética e Melhoramento de Plantas, obrigada pela oportunidade de cursar o mestrado. E ao CAPES e a FAPEMIG que reconhecem e apoiam o funcionamento do Mestrado Profissional em Genética e Melhoramento de Plantas da UFLA.

Essa conquista é nossa.

## RESUMO

Conduziu-se o presente trabalho, com o objetivo de confirmar que os milhos geneticamente modificados (GM) contidos neste estudo são substancialmente equivalentes em composição ao seu híbrido isogênico não GM, a não ser pelas características introduzidas. Foram avaliados cinco híbridos GM, o Maximus Bt11, MIR162, GA21, Bt11xGA21 e Bt11xGA21xMIR162. E um híbrido convencional, isogênico dos híbridos GM, Maximus convencional. Os experimentos foram conduzidos em um delineamento em blocos casualizados com três repetições, em dois locais, no estado de Minas Gerais, nos municípios de Uberlândia e Ituiutaba, durante a safra 2008/2009. Foram avaliados caracteres relacionados à composição de forragem e dos grãos, além dos componentes minerais, ácidos graxos e aminoácidos dos grãos. Os dados de cada híbrido GM como também do híbrido convencional, foram comparados e analisados à significância pelo teste F a 5% de probabilidade. Os níveis médios de cada componente nutricional também foram comparados com o banco de dados composicional, para a cultura do milho, mantido pelo International Life Sciences Institute (ILSI, 2010). Constatou-se que nenhum padrão consistente emergiu, para sugerir que mudanças biológicas significativas na composição ou no valor nutritivo do grão e da forragem dos híbridos de milho GM Bt11, MIR162, GA21, Bt11xGA21 e Bt11xMIR162xGA21. Os níveis dos componentes avaliados, neste estudo, estavam em grande parte dentro das amplitudes relatadas para milho, segundo o banco de dados para a cultura do milho do ILSI (2010). Isso demonstra que os híbridos de milho GM aqui relatados são substancialmente equivalentes em composição nutricional ao seu respectivo híbrido isogênico convencional.

**Palavras-chave:** Equivalência nutricional. Composição química. *Zea mays*. Geneticamente modificado.

## ABSTRACT

The objective of this work was to confirm that genetically modified corn (GM) presented in this study have composition substantially equivalent to their non-GM isogenic hybrid, unless when considering characteristics introduced to them. Five GM hybrids were evaluated, Maximus Bt11, MIR162, GA21, Bt11xGA21 and Bt11xGA21xMIR162, as well as conventional Maximus, a conventional hybrid isogenic to the GM hybrids. The experiments were conducted in a randomized blocks design, with three replicates, in two locations in the state of Minas Gerais, Brazil, the municipalities of Uberlândia and Ituiutaba, during harvest 2008/2009. The characters related to forage and grain composition, as well as mineral components, fatty acids and amino acids in the grain, were evaluated. The data of each GM hybrid and of the conventional hybrid were compared, analyzing the significance with the F test at 5% of probability. The average levels of each nutritional component were also compared with the compositional databank for corn culture, maintained by the International Life Sciences Institute (ILSI, 2010). We verified that no consistent pattern emerged to suggest significant biological changes in the composition or nutritional value of the grain and forage of GM corn hybrids Bt11, MIR162, GA21, Bt11xGA21 and Bt11xMIR162xGA21. The levels of the evaluated components were, mostly, within the amplitudes related to corn, according to the databank for corn culture of the ILSI (2010). This demonstrates that the nutritional composition of GM corn hybrids here reported are substantially equivalent to their respective conventional isogenic hybrid.

**Keywords:** Nutritional equivalence. Chemical composition. *Zea mays*. Genetically modified.

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	<b>9</b>
<b>2</b>	<b>REFERENCIAL TEÓRICO</b> .....	<b>11</b>
<b>2.1</b>	<b>O uso do milho na alimentação humana e animal</b> .....	<b>11</b>
<b>2.2</b>	<b>O uso do híbrido de milho GM no Brasil</b> .....	<b>11</b>
<b>2.3</b>	<b>Informações relativas ao OGM</b> .....	<b>14</b>
<b>2.4</b>	<b>Equivalência substancial do milho GM</b> .....	<b>15</b>
<b>3</b>	<b>MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	<b>17</b>
<b>3.1</b>	<b>Análise Composicional de Forragem de Milho</b> .....	<b>18</b>
<b>3.2</b>	<b>Análise Composicional de Grãos de Milho</b> .....	<b>20</b>
<b>3.3</b>	<b>Amostragem</b> .....	<b>23</b>
<b>3.4</b>	<b>Análise de estatística</b> .....	<b>23</b>
<b>4</b>	<b>RESULTADOS</b> .....	<b>25</b>
<b>4.1</b>	<b>Resultados das análises de composição nutricional das amostras de forragens</b> .....	<b>25</b>
<b>4.2</b>	<b>Resultados das análises de composição nutricional das amostras de grãos</b> .....	<b>32</b>
<b>4.2.1</b>	<b>Composição nutricional, fibras e minerais</b> .....	<b>32</b>
<b>4.2.2</b>	<b>Perfil de Aminoácidos</b> .....	<b>32</b>
<b>4.2.3</b>	<b>Perfil de Gorduras</b> .....	<b>33</b>
<b>5</b>	<b>DISCUSSÃO</b> .....	<b>61</b>
<b>6</b>	<b>CONCLUSÕES</b> .....	<b>63</b>
	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>65</b>



## 1 INTRODUÇÃO

O milho geneticamente modificado (GM) vem sendo cultivado no Brasil há mais de 10 anos. E a adoção comercial desse produto vem aumentando a cada ano, dados da Consultoria Céleres para a safra 2014/2015 mostram que o milho GM ocupa 13,1 milhões de hectares dos 44,2 milhões de hectares ocupados pelas culturas (milho, soja e algodão) GM no Brasil, cerca de 84 % do milho cultivado no Brasil é GM (INTERNATIONAL SERVICE FOR THE ACQUISITION OF AGRIBIOTECH APLICATIONS - ISAAA, 2014). As principais razões do crescimento acentuado nas últimas safras são os benefícios advindos do uso da tecnologia, como maior facilidade no manejo, menor tempo gasto nas operações e redução da mão de obra.

Um evento GM é definido pela inserção de DNA no genoma da planta como resultado de um único processo de transformação. Alternativamente, vem sendo utilizada a combinação de eventos individuais, por meio de melhoramento clássico para que se obtenha em um mesmo híbrido uma pirâmide (“stack”), com mais de um gene.

Para que se possa submeter um produto GM à aprovação pelo órgão regulamentar, para sua aprovação comercial, é necessário avaliar se o novo evento GM é comparável a sua versão convencional (não GM), por meio de avaliações de sua composição nutricional, para se comprovar que o produto é substancialmente equivalente ao convencional, sendo sua única diferença a expressão do transgene, e seguro para o consumo humano e animal.

Diante desse contexto, no presente trabalho, objetivou-se confirmar que os milhos GM contidos neste estudo são substancialmente equivalentes em composição ao seu híbrido isogênico não GM, a não ser pelas características introduzidas.



## **2 REFERENCIAL TEÓRICO**

### **2.1 O uso do milho na alimentação humana e animal**

O milho (*Zea mays* L.) é a mais importante planta comercial com origem nas Américas e constitui-se na principal fonte de calorias para milhões de pessoas. Sua cultura comercial está amplamente disseminada por todo o mundo, desde a latitude 58°N a 40°S, do nível do mar a 3.800 metros de altitude, apresentando raças e variedade específica adaptada às distintas condições ecológicas (PATERNIANI, 1995).

A importância econômica do milho é caracterizada pelas diversas formas de sua utilização, que vai desde a alimentação animal até a indústria de alta tecnologia. O uso do milho em grão como alimentação animal representa a maior parte do consumo desse cereal. Na alimentação humana, apesar de não ter uma participação muito grande, é caracterizado principalmente por seus derivados e constitui fator importante de uso desse cereal em regiões com baixa renda.

Apesar de ser considerado um constituinte básico na alimentação humana, o uso principal do milho nos países produtores é na alimentação animal. A concentração da produção de milho brasileira é voltada preferencialmente para o mercado interno, abastecendo as atividades para criação de animais. Os segmentos que mais consomem milho são a avicultura e a suinocultura.

### **2.2 O uso do híbrido de milho GM no Brasil**

É importante enfatizar que os híbridos de milho geneticamente modificados têm sido utilizados em inúmeros países e até o momento não foi verificado qualquer relato científico que estes tenham causado qualquer dano à saúde humana, animal ou ao meio ambiente.

Um estudo sobre os impactos ambientais e socioeconômicos do uso das culturas geneticamente modificadas, realizado em 2011, mostrou que as características GM aumentaram a produtividade global em 130,5 milhões de toneladas de milho no intervalo de 1996 a 2009 (BROOKES; BARFOOT, 2011).

Segundo Venkateshet et al. (2014), resultados de aproximadamente 20 anos de estudos composicionais em milho – muitos deles conduzidos como parte de avaliações de segurança requeridas para comercialização, têm consistentemente demonstrado não haver diferenças significativas entre as culturas GM e suas contrapartes convencionais (HARRIGAN et al., 2010; HERMAN; PRICE, 2013). Na verdade, segundo diversos autores, o impacto da introdução do evento GM na composição da planta é insignificante comparado à variabilidade varietal (híbridos) e ambiental (geografia, clima, práticas agrônômicas) (BERMAN et al., 2011; HARRIGAN et al., 2010; HARRIGAN; HARRISON, 2012; HARRISON et al., 2013a, 2013b; ZHOU et al., 2011a, 2011b).

A produção de proteína animal visando à alimentação humana foi comparada durante um período anterior à adoção das culturas GM e após a adoção do cultivo de plantas GM pelos pesquisadores Eenennaam e Young (2014). Globalmente, animais produzidos para alimentação consomem cerca de 70 a 90% da biomassa produzida por meio de culturas GM. Nessa revisão foi pesquisada a literatura científica sobre o desempenho e a saúde dos animais que consomem plantas geneticamente modificadas em sua dieta e também os produtos derivados desses animais para a alimentação humana. Numerosos estudos experimentais têm consistentemente revelado que o desempenho e a saúde dos animais alimentados com eventos GM são comparáveis aos dos animais alimentados com ração que não contém eventos GM. Visando a sanar essa dúvida, os pesquisadores extrapolaram essa avaliação para o sistema de

produção de proteína animal americano. Os produtores americanos produzem mais de 9 bilhões de animais anualmente para a produção de alimentos, e mais de 95% desses animais consomem ração com ingredientes GM. Dados sobre a produtividade e saúde animal americana (frangos, galinhas poedeiras, perus, gado de corte, gado de leite e suínos), foram compilados, a partir de fontes confiáveis e disponíveis ao público, a partir de 1983, antes da introdução das plantas GM em 1996 e, posteriormente, até 2011, um período predominantemente com altos níveis de animais alimentados com ração com conteúdo de eventos GM. Esses conjuntos de dados de campo cumulativamente somam mais de 100 bilhões de animais consumindo alguma quantidade de eventos GM entre 2000 e 2011. Na avaliação de dados (produção de leite; peso da carcaça de bovinos; peso da carcaça de frangos de corte; peso da carcaça suína; frangos de corte: porcentagem de animais condenados, tempo para chagada ao mercado, taxa de mortalidade, taxa de conversão de alimentação; porcentagem de pós-morte de gado, novilhas, vacas e touros) das duas sequências históricas (não GM 1983 a 1994 e GM 2000 a 2011) fica evidente que a introdução das plantas GM (milho e soja principalmente), não revelou tendências perturbadoras ou desfavoráveis na saúde dos animais e da produtividade, mesmo tendo múltiplas gerações de animais que se alimentaram com ração contendo eventos GM no período de 2000 a 2011. Os pesquisadores destacam que o melhoramento genético convencional juntamente com técnicas de manejo tem mais efeito nos parâmetros estudados do que a adoção das plantas GM. Nenhum estudo revelou quaisquer diferenças no perfil nutricional dos produtos (leite, ovos e carne) derivados de animais alimentados com ração contendo plantas GM ou algum risco a saúde humana.

### 2.3 Informações relativas ao OGM

O milho Bt11 inclui o gene *cryIAb* de *Bacillus thuringiensis*, que confere resistência a certos insetos lepidópteros, e o gene *pat*, derivado do microorganismo do solo *Streptomyces viridochromogenes*, que confere tolerância ao herbicida glufosinato de amônio e foi utilizado como marcador de seleção durante o processo de transformação. Vários sítios de acoplamento específicos e com alta afinidade para várias proteínas Bt foram identificados em epitélio de intestino médio de insetos suscetíveis, demonstrando que a proteína inseticida do gene *cryIAb* é altamente específica para alguns insetos lepidópteros (HÖFTE; WHITELEY, 1989; MELIN; COZZI, 1990). O milho Bt11 está aprovado para a comercialização, cultivo e consumo no Brasil desde 2008.

O milho MIR162 foi obtido a partir da inserção do gene *vip3Aa19*, que confere resistência a insetos lepidópteros, e do gene *pmi* (*manA*) que codifica a enzima Fosfomanose Isomerase (PMI), utilizado como marcador de seleção no processo de transformação. Uma modificação ocasionada pelo processo de transformação resultou em uma diferença em dois códons do gene *vip3Aa19* inserido, sendo então denominado *vip3Aa20* no milho MIR162 (NATIONAL CENTER FOR BIOTECHNOLOGY INFORMATION - NCBI, 2010). Essa diferença resultou na modificação de um aminoácido apenas, localizado além do sítio de clivagem proteolítico da proteína então denominada *Vip3Aa20*, expressa no milho MIR162, mantendo assim sua propriedade inseticida contra vários lepidópteros-praga da cultura do milho. O gene *pmi* (*manA*) foi obtido a partir de *Escherichia coli* cepa K-12 e a expressão da proteína PMI foi utilizada como marcador de seleção ao longo do processo de transformação do milho MIR162. O milho MIR162 está aprovado para a comercialização, cultivo e consumo no Brasil desde 2009.

O milho GA21, contém o gene *mepsps* que expressa a enzima Sintase 5-Enolpiruvil Shikimato-3-Fosfato (mEPSPS). A EPSPS é uma enzima chave no processo do ácido chiquímico, envolvida na biossíntese dos aminoácidos aromáticos (fenilalanina, tirosina e triptofano), encontrada naturalmente em plantas, fungos e bactérias, e ausente nos animais. A EPSPS é altamente sensível a produtos herbicidas contendo glifosato. As plantas de milho transformadas com o alelo mutante *epsps* (*mepsps*), tais como as derivadas do evento GA21, sintetizam a proteína mEPSPS que confere tolerância aos produtos herbicidas contendo glifosato (LEBRUN; LEROUX; SAILLAND, 1996; SPENCER; MUMM; GWYN, 2000). Esse milho está aprovado para a comercialização, cultivo e consumo no Brasil desde 2008.

O milho Bt11xGA21 foi obtido por meio de melhoramento genético clássico, a partir do cruzamento de linhagens expressando isoladamente os eventos Bt11 e GA21, conferindo resistência a certos lepidópteros-praga da cultura do milho e tolerância ao herbicida glifosato. Este milho está aprovado para a comercialização, cultivo e consumo no Brasil desde 2009.

Posteriormente, foi obtido o híbrido com três eventos combinados, Bt11xMIR162xGA21, por meio de melhoramento genético clássico, a partir do cruzamento de linhagens expressando isoladamente os eventos Bt11, MIR162 e GA21, conferindo resistência a certos lepidópteros-praga da cultura do milho e tolerância ao herbicida glifosato, o qual também está aprovado para comercialização, cultivo e consumo no Brasil desde 2010.

#### **2.4 Equivalência substancial do milho GM**

O conceito de "equivalência substancial" foi introduzido pela OMS (Organização Mundial da Saúde) e OECD (Organização para a Cooperação Econômica e Desenvolvimento) com particular referência aos alimentos produzidos pela moderna biotecnologia. Nessa terminologia da OECD, o

conceito de equivalência substancial incorpora a ideia de que os organismos existentes usados como alimentos, ou como fonte de alimentos, podem servir de comparação na avaliação da segurança para consumo humano de um alimento ou componente de alimento que foi modificado ou é novo. O racional desse conceito é que, se demonstrado que um novo alimento ou seu componente é substancialmente equivalente a um outro existente, ele pode ser tratado da mesma maneira quanto à segurança, considerando que a demonstração de equivalência não é uma avaliação de segurança em si, mas uma abordagem para comparar o novo alimento em potencial com seu equivalente convencional (ORGANIZATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT - OECD, 2002).

Essa comparação é necessária, em razão do histórico de segurança para o consumo que o equivalente convencional já tem estabelecido (KRAMER et al., 2016). A equivalência substancial é estabelecida pela demonstração de que as características avaliadas para uma cultura geneticamente modificada (GM) são equivalentes às mesmas características da cultura não geneticamente modificada (não GM), a não ser por aquela(s) introduzida(s). Os níveis e variação das características, por exemplo, composição química, devem estar dentro da faixa natural de variação para essas características e terem, por base, dados precisos de análise (FOOD STANDARDS AGENCY, 2001).



### 3 MATERIAL E MÉTODOS

Foram avaliados cinco híbridos GM, Maximus Bt11 (resistentes a certos insetos lepidópteros e tolerante ao herbicida glufosinato de amônio), Maximus MIR162 (resistente a certos insetos lepidópteros), Maximus GA21 (tolerante ao herbicida glifosato), Maximus Bt11xGA21 (resistente a certos insetos lepidópteros e tolerante aos herbicidas glufosinato de amônio e glifosato) e Maximus Bt11xGA21xMIR162 (resistente a certos insetos lepidópteros e tolerante aos herbicidas glufosinato de amônio e glifosato). E um híbrido convencional (não GM), isogênico dos híbridos GM, Maximus convencional. Os experimentos foram conduzidos em dois locais no estado de Minas Gerais, nos municípios de Uberlândia e Ituiutaba, na safra 2008/2009. Em cada local, foi utilizado um delineamento em blocos casualizados com três repetições.

O manejo utilizado para adubação, controle de plantas invasoras e demais atividades de manejo foi realizado de acordo com as necessidades de cada ensaio, conforme procedimentos normalmente utilizados nas condições de cultivo do milho no País, sob o sistema de plantio direto.

A fim de demonstrar a equivalência substancial entre os híbridos de milho GM Bt11, MIR162, GA21, Bt11xGA21 e Bt11xMIR162xGA21 e o híbrido de milho convencional, foram conduzidas análises em diversos grupos de componentes: composicional (forragem e grãos), perfil de minerais, perfil de ácidos graxos e perfil de aminoácidos, sendo estes três últimos grupos realizados apenas para grãos. Os componentes foram selecionados com base em recomendações da OECD (2002).

Os caracteres analisados para forragem (planta inteira) e grãos foram os principais nutrientes da alimentação humana e animal: (i) Forragem: Componentes composicionais – resíduo mineral fixo (RMF) ou cinza, gordura, proteína, carboidratos, fibra em detergente ácido (FDA), fibra em detergente neutro (FDN) cálcio e fósforo. (ii) Grãos: Componentes composicionais –

resíduo mineral fixo (RMF) ou cinza, gordura, proteína, carboidratos, fibra em detergente ácido (FDA), fibra em detergente neutro (FDN), fibra alimentar e amido. Análise de minerais - cobre, cálcio, ferro, fósforo, magnésio, manganês, potássio, selênio, sódio e zinco. Análise de ácidos graxos - ácido palmítico, ácido esteárico, ácido oléico, ácido linoleico e ácido linolênico. Análise da composição de aminoácidos - ácido aspártico, ácido glutâmico, alanina, arginina, cisteína, fenilalanina, glicina, histidina, isoleucina, leucina, lisina, metionina, prolina, serina, tirosina, treonina, triptofano e valina.

Para as análises dos componentes composicionais, minerais, ácidos graxos e aminoácidos foram utilizados os seguintes métodos analíticos em amostras de forragem e grãos, que estão apresentados nos itens 3.1 e 3.2, respectivamente.

### **3.1 Análise Composicional de Forragem de Milho**

#### **Carboidratos**

Os carboidratos totais da amostra foram calculados por diferença, com base na umidade apresentada pela amostra, utilizando-se a seguinte fórmula:

$$\text{Carboidrato g/100g} = 100 - (\text{Umidade g/100g} + \text{Cinza g/100g} + \text{Gordura g/100g} + \text{Proteína g/100g})$$

#### **Fósforo**

O teor de fósforo foi determinado a partir da digestão do resíduo mineral fixo com ácido clorídrico. O procedimento é baseado na determinação colorimétrica a 420 nm do complexo formado entre o fósforo (na forma de fosfato), o vanadato e o molibdato. O resultado foi reportado em base seca.

**Fibra Detergente Ácida**

A amostra foi tratada com solução detergente ácido para remover parte das proteínas, carboidratos e cinzas. O resíduo composto por lignocelulose foi determinado gravimetricamente e o resultado expresso na base seca.

**Fibra Detergente Neutra**

A amostra foi tratada com solução detergente neutro para remover proteínas, carboidratos e cinzas. A porção insolúvel em detergente neutro, que é basicamente constituída de celulose, hemicelulose, lignina e proteína lignificada, foi determinada gravimetricamente e o resultado expresso na base seca.

**Gorduras**

A amostra foi submetida à extração com éter de petróleo. O extrato foi evaporado em estufa e o resíduo correspondente à fração de gordura é quantificado por gravimetria. O resultado foi reportado na base seca.

**Proteína**

A proteína e outros compostos nitrogenados são convertidos em amônia pela digestão da amostra com ácido sulfúrico. A amostra digerida foi destilada e titulada. A quantidade de nitrogênio foi calculada e convertida à equivalente de proteína usando o fator de 6,25. O resultado foi reportado na base seca.

**Resíduo Mineral Fixo ou Cinzas**

A amostra foi submetida à incineração a 550°C e o resíduo inorgânico foi determinado por gravimetria. O resíduo foi determinado por diferença de peso e o resultado reportado na base seca.

### **Cálcio**

A amostra foi calcinada e o resíduo mineral digerido em ácido clorídrico. O teor de cálcio foi determinado por espectrometria de absorção atômica por chama em comparação com solução padrão do elemento químico. O resultado foi reportado na base seca.

## **3.2 Análise Composicional de Grãos de Milho**

### **Carboidratos**

Os carboidratos totais da amostra foram calculados por diferença, com base na umidade apresentada pela amostra, utilizando-se a seguinte fórmula:

$$\text{Carboidrato g/100g} = 100 - (\text{Umidade g/100g} + \text{Cinza g/100g} + \text{Gordura g/100g} + \text{Proteína g/100g}).$$

### **Amido**

A amostra foi tratada para a retirada de açúcares e submetida à ação das enzimas alfa-amilase e amiloglucosidase que transformam o amido em glicose. A glicose foi determinada por espectrofotometria a 510 nm. O resultado foi reportado na base seca.

### **Fósforo**

O teor de fósforo foi determinado a partir da digestão do resíduo mineral fixo com ácido clorídrico. O procedimento é baseado na determinação colorimétrica a 420 nm do complexo formado entre o fósforo (na forma de fosfato), o vanadato e o molibdato. O resultado foi reportado em base seca.

### **Determinação dos Minerais: Na, Ca, Cu, Fe, Mg, Mn, K, Zn**

A amostra foi calcinada e o resíduo mineral digerido em ácido clorídrico. O teor dos metais Ca, Cu, Fe, Mg, Mn, K, Na e Zn foi determinado

por espectrometria de absorção atômica por chama em comparação com soluções padrões de cada elemento químico. O resultado foi reportado na base seca.

### **Determinação do Perfil dos Ácidos Graxos**

A gordura da amostra foi extraída e submetida à esterificação sob catálise ácida. Os ácidos graxos na forma de ésteres metílicos (FAME) foram determinados por cromatografia a gás por comparação com uma mistura de padrões. O resultado foi expresso na base seca.

### **Fibra Alimentar**

A amostra seca foi pesada em duplicata e digerida com enzimas para a quebra do amido e proteína. O teor de fibra total foi determinado a partir da precipitação das fibras em etanol, seguida de filtração e pesagem do resíduo. O resultado foi expresso na base seca.

### **Fibra Detergente Ácida**

A amostra foi tratada com solução detergente ácido para remover parte das proteínas, carboidratos e cinzas. O resíduo composto por lignocelulose foi determinado gravimetricamente e o resultado expresso na base seca.

### **Fibra Detergente Neutra**

A amostra foi tratada com solução detergente neutro para remover proteínas, carboidratos e cinzas. A porção insolúvel em detergente neutro, que é basicamente constituída de celulose, hemicelulose, lignina e proteína lignificada, foi determinada gravimetricamente e o resultado expresso na base seca.

**Gorduras**

A amostra foi submetida à extração com éter de petróleo. O extrato foi evaporado em estufa e o resíduo correspondente à fração de gordura quantificado por gravimetria. O resultado foi reportado na base seca.

**Perfil de Aminoácidos**

A amostra foi hidrolisada com ácido clorídrico 6 mol/L com 0,1% de fenol a 110°C por 24 horas. Triptofano foi determinado a partir da hidrólise básica com hidróxido de sódio 4,0 mol/L durante 20 horas a 110°C. Cistina e cisteína foram convertidas em S-2-carboxietiltiocisteína pela adição de ácido ditiodipropiônico. Os aminoácidos foram derivados utilizando-se o Kit Phenomenex KG0 -7167 e quantificados por cromatografia a gás com detector de massas por comparação com amostra de mistura de padrão de aminoácidos. O resultado foi expresso na base seca.

**Proteína**

A proteína e outros compostos nitrogenados foram convertidos em amônia pela digestão da amostra com ácido sulfúrico. A amostra digerida foi destilada e titulada. A quantidade de nitrogênio foi calculada e convertida à equivalente de proteína usando o fator de 6,25. O resultado foi reportado na base seca.

**Resíduo Mineral Fixo ou Cinzas**

A amostra foi submetida à incineração a 550°C e o resíduo inorgânico foi determinado por gravimetria. O resíduo foi determinado por diferença de peso e o resultado reportado na base seca.

## Selênio

A amostra foi submetida à digestão ácida (HCl) e a quantificação do selênio foi determinada através da curva analítica do elemento (0,005 a 1,0 mg/L) preparada da mesma forma e submetidas ao espectrômetro de emissão com acoplamento indutivo (ICP/OES).

### 3.3 Amostragem

Para a amostragem de forragem a colheita foi realizada por meio do corte das plantas a aproximadamente 20 cm acima do solo. Foram colhidas cinco plantas por repetição de cada parcela no estágio denominado de meia linha de leite do grão (porcentagem de matéria seca entre 30 e 40%). Posteriormente, as plantas foram trituradas em picadeira e homogeneizadas para retirada da amostra. Uma única amostra de cada parcela (aproximadamente 500g) foi retirada e enviada para o laboratório TECAM Ltda, para realização das análises.

Para a amostragem de grãos, a colheita foi realizada quando os grãos apresentavam umidade variando de 18-24%, sendo colhidas por parcela 15 espigas, as quais após a secagem, foram debulhadas, homogeneizadas e reunidas. Na sequência foi retirada por parcela uma amostra de 500 gramas, que foi enviada para o laboratório TECAM Ltda, credenciado com Certificado de Qualidade em Biossegurança (CQB), para a realização das análises.

### 3.4 Análise de estatística

Os dados foram submetidos à análise de variância individual e, posteriormente, a conjunta utilizando o seguinte modelo:

$$Y_{iqk} = \mu + t_i + l_k + b_{q(k)} + (tl)_{ik} + \bar{e}_{iqk}$$

em que:

$Y_{iqk}$ : valor do tratamento  $i$  na repetição  $q$  dentro do local  $k$ ;

$\mu$ : média geral do experimento;

$l_k$  : efeito do local k, sendo k=1,2;

$b_{q(k)}$  : efeito da repetição q, dentro do local k, sendo q = 1, 2, 3;

$t_i$ : efeito do tratamento i, i = 1,2,3,4,5 e 6;

$(tl)_{ik}$ : efeito da interação genótipos x locais;

$\bar{e}_{ijk}$  = erro experimental médio associado à observação  $Y_{ijk}$ , com  $\bar{e}_{ijk} \cap$

$N(0, \sigma_e^2)$ .

Foi realizada a decomposição da análise de variância conjunta para teste de cada híbrido GM com o isogênico convencional pelo teste F.

Além disso, os níveis médios de cada componente também foram comparados com as variações dos níveis publicados para milho híbrido convencional na versão mais recente do banco de dados composicional de culturas do International Life Sciences Institute (ILSI, 2010).

Todos os dados foram analisados por meio do procedimento GLM do software estatístico SAS ® 9.1.3 (2007).



## **4 RESULTADOS**

A avaliação composicional do milho é usada para determinar suas propriedades nutritivas. Os constituintes principais da forragem e do grão de milho são carboidratos, proteínas, gordura e cinza. A fibra é a forma predominante de carboidrato presente na forragem, e o amido é o principal carboidrato no grão de milho.

Após a decomposição da análise de variância conjunta para teste de cada híbrido GM com o isogênico convencional pelo teste F observou-se que não houve interação entre os híbridos avaliados.

Os resultados das análises estão apresentados nas Tabelas 1 a 5 para as amostras de forragens e Tabelas 6 a 26 para as amostras de grãos. Os resultados estão expressos na base seca, exceto para umidade que foi expresso na base úmida.

### **4.1 Resultados das análises de composição nutricional das amostras de forragens**

Nas Tabelas de 1 a 5, apresenta-se comparação da análise descritiva e estatística das características de forragem dos milhos Bt11×MIR162×GA21, MIR162, Bt11, GA21 e Bt11×GA21, com o convencional, respectivamente. Os níveis dos nutrientes, fibras e minerais não apresentaram diferenças significativas ( $P < 0,05$ ) para todos os genótipos avaliados.

O erro padrão da média (EPM) foi baixo para a maioria das características, exceto para Cálcio, Fósforo e Gorduras totais, indicando boa precisão na avaliação das características. Os resultados médios da composição nutricional da forragem de todos os híbridos estão dentro das variações reportadas no banco de dados do ILSI (2010) para a cultura do milho. Os coeficientes de variação (CV) dos experimentos avaliados podem ser

considerados bons, demonstrando assim uma boa precisão experimental nas variáveis avaliadas.

Portanto, pode-se afirmar que os híbridos GM não diferem do isogênico não GM e que são substancialmente equivalentes.

Tabela 1 - Análise de composição centesimal, fibras e minerais de amostras de forragem de híbrido de milho GM (Maximus Bt11xMIR162xGA21) e híbrido de milho convencional isogênico (Maximus Convencional) em Uberlândia, MG e Ituiutaba, MG, safra 2008/2009.

Tratamentos	Estatística	Cálcio (mg/kg)	Carboidratos (g/100g)	FDA (g/100g)	FDN (g/100g)	Fósforo (mg/kg)	Gorduras Totais (g/100g)	Proteínas (g/100g)	Resíduo Mineral Fixo (g/100g)	Umidade (g/100g)	Valor Energético (kcal/100g)
Maximus Bt11xMIR162xGA21	Média	947,79	89,07	30,25	62,22	2054,90	1,59	5,65	3,69	63,31	393,00
	Intervalo	498,16-1293,59	87,93-89,95	24,57-34,62	53,29-69,09	1774,44-2270,59	1,04-2,01	4,42-6,59	3,04-4,18	54,20-70,31	389,19-395,92
Maximus Convencional	Média	848,53	88,06	31,24	60,61	2135,23	1,70	6,56	3,68	62,17	393,83
	Intervalo	508,66-1109,90	84,02-91,17	28,13-33,62	58,89-61,92	973,27-3028,85	1,19-2,08	3,21-9,13	2,81-4,33	57,32-65,90	392,17-395,11
ANOVA(F-teste) e Erro Padrão da Média	P	0,70	0,36	0,72	0,77	0,83	0,82	0,28	0,96	0,64	0,64
	EPM	179,52	0,91	2,12	5,18	318,05	0,20	0,86	0,16	2,13	1,04
	CV	29,99	1,77	11,90	14,29	24,01	29,99	1,77	10,40	11,90	14,29
ILSI(2010)	Média	2028,60	85,60	26,97	41,47	2066,10	2,05	7,75	4,59	70,00	-
	Intervalo	713 - 5767,9	76,4 - 92,1	16,1 - 47,3	20,2 - 63,7	936,2 - 3704,1	<LOQ - 4,5	3,1 - 11,5	1,5 - 9,6	49,2 - 81,3	-
	N	919,00	919,00	919,00	919,00	919,00	898,00	919,00	919,00	919,00	-

Os resultados significativamente diferentes ( $p < 0,05$ ) estão apresentados em negrito e itálico

Na = número de dados do ILSI utilizados no cálculo da média.

EPM = erro padrão da média.

<LOQ = limite de quantificação

Tabela 2 - Análise de composição centesimal, fibras e minerais de amostras de forragem de híbrido de milho GM (Maximus MIR162) e híbrido de milho convencional isogênico (Maximus Convencional) em Uberlândia, MG e Ituiutaba, MG, safra 2008/2009.

Tratamentos	Estatística	Cálcio (mg/kg)	Carboidratos (g/100g)	FDA (g/100g)	FDN (g/100g)	Fósforo (mg/kg)	Gorduras Totais (g/100g)	Proteínas (g/100g)	Resíduo Mineral Fixo (g/100g)	Umidade (g/100g)	Valor Energético (kcal/100g)
Maximus MIR 162	Média	1149,93	88,81	29,88	64,18	2414,10	1,51	6,03	3,65	63,68	392,83
	Intervalo	735,83-1468,40	86,27-90,77	24,76-33,81	54,93-71,28	1843,05-2853,27	0,67-2,15	4,50-7,20	3,198-4,00	61,99-64,98	389,51-395,38
Maximus Convencional	Média	848,53	88,06	31,24	60,61	2135,23	1,70	6,56	3,68	62,17	393,83
	Intervalo	508,66-1109,90	84,02-91,17	28,13-33,62	58,89-61,92	973,27-3028,85	1,19-2,087	3,21-9,13	2,81-4,33	57,32-65,89	392,17-395,11
ANOVA(F-teste) e Erro Padrão da Média	P	0,24	0,49	0,61	0,51	0,47	0,68	0,52	0,92	0,53	0,58
	EPM	179,52	0,91	2,12	5,18	318,05	0,20	0,86	0,16	2,13	1,04
	CV	29,99	1,77	11,90	14,29	24,01	29,99	1,77	10,40	11,90	14,29
ILSI(2010)	Média	2028,60	85,60	26,97	41,47	2066,10	2,05	7,75	4,59	70,00	-
	Intervalo	713 - 5767,9	76,4 - 92,1	16,1 - 47,3	20,2 - 63,7	936,2 - 3704,1	<LOQ - 4,5	3,1 - 11,5	1,5 - 9,6	49,2 - 81,3	-
	N	919,00	919,00	919,00	919,00	919,00	898,00	919,00	919,00	919,00	-

Os resultados significativamente diferentes ( $p < 0,05$ ) estão apresentados em negrito e itálico

Na = número de dados do ILSI utilizados no cálculo da média.

EPM = erro padrão da média.

<LOQ = limite de quantificação

Tabela 3 - Análise de composição centesimal, fibras e minerais de amostras de forragem de híbrido de milho GM (Maximus Bt11) e híbrido de milho convencional isogênico (Maximus Convencional) em Uberlândia, MG e Ituiutaba, MG, safra 2008/2009.

Tratamentos	Estatística	Cálcio (mg/kg)	Carboidratos (g/100g)	FDA (g/100g)	FDN (g/100g)	Fósforo (mg/kg)	Gorduras Totais (g/100g)	Proteínas (g/100g)	Resíduo Mineral Fixo (g/100g)	Umidade (g/100g)	Valor Energético (kcal/100g)
Maximus Bt11	Média	1103,86	88,30	29,38	57,66	2436,29	1,74	6,37	3,59	58,85	394,33
	Intervalo	786,70-1347,76	85,75-90,26	21,11-35,74	50,49-63,17	1402,57-3231,30	1,55-1,88	4,39-7,89	2,93-4,09	56,52-60,64	392,13-396,02
Maximus Convencional	Média	848,53	88,06	31,24	60,61	2135,23	1,70	6,56	3,68	62,17	393,83
	Intervalo	508,66-1109,90	84,02-91,17	28,13-33,62	58,89-61,92	973,27-3028,85	1,19-2,08	3,21-9,13	2,81-4,33	57,32-65,89	392,17-395,11
ANOVA(F-teste) e Erro Padrão da Média	P	0,32	0,83	0,49	0,59	0,43	0,93	0,82	0,74	0,18	0,78
	EPM	179,52	0,91	2,12	5,18	318,05	0,20	0,86	0,16	2,13	1,04
	CV	29,99	1,77	11,90	14,29	24,01	29,99	1,77	10,40	11,90	14,29
ILSI(2010)	Média	2028,60	85,60	26,97	41,47	2066,10	2,05	7,75	4,59	70,00	-
	Intervalo	713 - 5767,9	76,4 - 92,1	16,1 - 47,3	20,2 - 63,7	936,2 - 3704,1	<LOQ - 4,5	3,1 - 11,5	1,5 - 9,6	49,2 - 81,3	-
	N	919,00	919,00	919,00	919,00	919,00	898,00	919,00	919,00	919,00	-

Os resultados significativamente diferentes ( $p < 0,05$ ) estão apresentados em negrito e itálico

Na = número de dados do ILSI utilizados no cálculo da média.

EPM = erro padrão da média.

<LOQ = limite de quantificação

Tabela 4 - Análise de composição centesimal, fibras e minerais de amostras de forragem de híbrido de milho GM (Maximus GA21) e híbrido de milho convencional isogênico (Maximus Convencional) em Uberlândia, MG e Ituiutaba, MG, safra 2008/2009.

Tratamentos	Estatística	Cálcio (mg/kg)	Carboidratos (g/100g)	FDA (g/100g)	FDN (g/100g)	Fósforo (mg/kg)	Gorduras Totais (g/100g)	Proteínas (g/100g)	Resíduo Mineral Fixo (g/100g)	Umidade (g/100g)	Valor Energético (kcal/100g)
Maximus GA21	Média	909,90	87,73	31,85	63,90	2125,51	1,50	6,93	3,85	62,96	392,33
	Intervalo	685,97-1082,12	84,33-90,33	24,68-37,37	61,79-65,52	1718,03-2438,90	0,65-2,16	4,08-9,11	3,29-4,27	61,99-63,71	385,85-397,32
Maximus Convencional	Média	848,53	88,06	31,24	60,61	2135,23	1,70	6,56	3,68	62,17	393,83
	Intervalo	508,66-1109,90	84,02-91,17	28,13-33,62	58,89-61,92	973,27-3028,85	1,19-2,08	3,21-9,13	2,81-4,33	57,32-65,89	392,17-395,11
ANOVA(F-teste) e Erro Padrão da Média	P	0,81	0,76	0,82	0,54	0,98	0,67	0,66	0,51	0,74	0,40
	EPM	179,52	0,91	2,12	5,18	318,05	0,20	0,86	0,16	2,13	1,04
	CV	29,99	1,77	11,90	14,29	24,01	29,99	1,77	10,40	11,90	14,29
ILSI(2010)	Média	2028,60	85,60	26,97	41,47	2066,10	2,05	7,75	4,59	70,00	-
	Intervalo	713 - 5767,9	76,4 - 92,1	16,1 - 47,3	20,2 - 63,7	936,2 - 3704,1	<LOQ - 4,5	3,1 - 11,5	1,5 - 9,6	49,2 - 81,3	-
	N	919,00	919,00	919,00	919,00	919,00	898,00	919,00	919,00	919,00	-

Os resultados significativamente diferentes ( $p < 0,05$ ) estão apresentados em negrito e itálico

Na = número de dados do ILSI utilizados no cálculo da média.

EPM = erro padrão da média.

<LOQ = limite de quantificação

Tabela 5 - Análise de composição centesimal, fibras e minerais de amostras de forragem de híbrido de milho GM (Maximus Bt11xGA21) e híbrido de milho convencional isogênico (Maximus Convencional) em Uberlândia, MG e Ituiutaba, MG, safra 2008/2009.

Tratamentos	Estatística	Cálcio (mg/kg)	Carboidratos (g/100g)	FDA (g/100g)	FDN (g/100g)	Fósforo (mg/kg)	Gorduras Totais (g/100g)	Proteínas (g/100g)	Resíduo Mineral Fixo (g/100g)	Umidade (g/100g)	Valor Energético (kcal/100g)
Maximus Bt11xGA21	Média	1260,67	89,46	32,27	68,33	2599,83	1,68	5,20	3,67	63,31	393,83
	Intervalo	-2942,70	85,29-92,66	16,97-44,02	31,41-96,71	196,42-4448,24	0,94-2,24	1,61-7,96	2,99-4,18	48,88-74,40	393,00-394,47
Maximus Convencional	Média	848,53	88,06	31,24	60,61	2135,23	1,70	6,56	3,68	62,17	393,83
	Intervalo	508,66-1109,90	84,02-91,17	28,13-33,62	58,89-61,92	973,27-3028,85	1,19-2,08	3,21-9,13	2,81-4,33	57,32-65,89	392,17-395,11
ANOVA(F-teste) e Erro Padrão da Média	P	0,11	0,21	0,70	0,16	0,23	0,97	0,11	0,97	0,64	1,00
	EPM	179,52	0,91	2,12	5,18	318,05	0,20	0,86	0,16	2,13	1,04
	CV	29,99	1,77	11,90	14,29	24,01	29,99	1,77	10,40	11,90	14,29
ILSI(2010)	Média	2028,60	85,60	26,97	41,47	2066,10	2,05	7,75	4,59	70,00	-
	Intervalo	713 - 5767,9	76,4 - 92,1	16,1 - 47,3	20,2 - 63,7	936,2 - 3704,1	<LOQ - 4,5	3,1 - 11,5	1,5 - 9,6	49,2 - 81,3	-
	N	919,00	919,00	919,00	919,00	919,00	898,00	919,00	919,00	919,00	-

Os resultados significativamente diferentes ( $p < 0,05$ ) estão apresentados em negrito e itálico

Na = número de dados do ILSI utilizados no cálculo da média.

EPM = erro padrão da média.

<LOQ = limite de quantificação

## **4.2 Resultados das análises de composição nutricional das amostras de grãos**

O erro padrão da média (EPM) foi baixo para a maioria das características indicando boa precisão na avaliação das mesmas. Para as variáveis avaliadas nos experimentos, o coeficiente de variação (CV) foi considerado bom, indicando uma boa precisão experimental.

### **4.2.1 Composição nutricional, fibras e minerais**

Na comparação entre os milhos Bt11×MIR162×GA21, MIR162, Bt11, GA21 e Bt11×GA21 (Tabela 6, 10, 14, 18 e 22, respectivamente) com o convencional, os valores de proteínas, resíduo mineral fixo, carboidratos, gorduras totais, fibras e amidos não apresentaram diferenças estatisticamente significativas, com exceção para gorduras totais, para o milho Bt11, e amido e FDN, para o milho Bt11×GA21, que apresentaram diferenças significativas ( $P<0,05$ ) na análise de variância.

Na comparação entre o Bt11×MIR162×GA21, MIR 162, Bt11, GA21 e Bt11×GA21 (Tabela 7, 11, 14, 19 e 23, respectivamente) com milho convencional os valores de minerais não apresentaram diferenças estatisticamente significativas. Com exceção para o cobre, zinco e manganês, o milho GA21, que apresentou diferença estatisticamente significativa ( $P<0,05$ ).

No entanto, os resultados médios de proteínas, gorduras totais, resíduo mineral fixo (RMF), carboidratos, fibras, amidos e minerais dos milhos GM estão dentro das variações reportadas no banco de dados do ILSI para a cultura do milho.

### **4.2.2 Perfil de Aminoácidos**

A qualidade da proteína produzida por diferentes híbridos de milho pode ser determinada avaliando-se o conteúdo de aminoácidos. Dos aminoácidos comumente encontrados no milho, dezoito são considerados importantes na



análise da composição (EUROPEAN ASSOCIATION FOR BIOINDUSTRIES SAFETY ASSESSMENT OF GM CROPS - EUROPABIO, 2003). Por exemplo, os níveis de metionina e cisteína são importantes na formulação de ração animal, assim como lisina e triptofano, os quais não podem ser produzidos por animais monogástricos tais como suínos e aves, e estão presentes em baixas concentrações no milho.

Nas Tabelas 8, 12, 16, 20 e 24 apresentam-se os resultados dos aminoácidos da comparação entre as áreas de milho Bt11×MIR162×GA21, MIR162, Bt11, GA21 e Bt11×GA21 com o milho convencional, respectivamente. Os resultados dos aminoácidos não apresentaram diferenças estatisticamente significativas para nenhum milho GM, com exceção do aminoácido ácido aspártico, que para o milho Bt11, apresentou diferença significativa ( $P<0,05$ ). No entanto, os resultados médios de aminoácidos dos milhos GM estão dentro das variações reportadas no banco de dados do ILSI para a cultura do milho.

#### **4.2.3 Perfil de Gorduras**

Cinco ácidos graxos respondem por 90% do total de lipídeos no grão de milho. Os dois ácidos graxos mais abundantes são linoleico (18:2) e oleico (18:1). Menos abundante, mas ocorrendo em níveis mensuráveis, estão os ácidos graxos palmítico (16:0), esteárico (18:0), linolênico (18:3) e araquídico (20:0) (EUROPABIO, 2003).

Nas Tabelas 10, 13, 17, 21 e 25 apresentam-se os resultados da comparação entre os milhos Bt11×MIR162×GA21, MIR162, Bt11, GA21, Bt11×GA21 com o convencional, respectivamente. Os valores do perfil de ácidos graxos não apresentaram diferenças estatisticamente significativas. Com exceção dos ácidos linoleico (18:2), oleico (18:1), palmítico (16:0) e linolênico (18:3) ( $P<0,05$ ), principalmente do híbrido Bt11, em relação ao convencional.

Entretanto, as diferenças não foram muito acentuadas, apenas no nível de 5%. Novamente, a maioria dos valores do perfil de ácidos graxos estão dentro das variações reportadas no banco de dados do ILSI para a cultura do milho.

Tabela 6 - Análise de composição nutricional, fibras e amido de amostras de grãos de híbrido de milho GM (Maximus Bt11xMIR162xGA21) e híbrido de milho convencional isogênico (Maximus Convencional) em Uberlândia, MG e Ituiutaba, MG, safra 2008/2009.

Tratamentos	Estatística	Gordura	Proteína	RMF	Amido	Carboidrato	Valor energético	FDA	FDN
Maximus Bt11xMIR162xGA21	Média	4,32	8,84	1,23	70,18	85,38	415,83	3,19	11,93
	Intervalo	3,976-4,59	8,073-9,433	1,018-1,399	69,296-70,857	84,498-86,055	409,848-420,436	2,208-3,951	10,984-12,649
Maximus Convencional	Média	4,67	8,91	1,39	70,55	85,04	417,67	3,23	11,86
	Intervalo	3,799-5,334	7,956-9,638	0,961-1,723	69,405-71,431	84,475-85,465	414,049-420,449	2,272-3,973	11,226-12,351
ANOVA(F-teste) e Erro Padrão da Média	P	0,05	0,92	0,06	0,74	0,63	0,09	0,88	0,85
	EPM	0,16	0,47	0,06	0,54	0,55	1,16	0,29	0,46
	CV	6,10	9,19	7,95	1,31	1,11	0,48	13,12	4,53
ILSI(2010)	Média	3,63	10,29	1,44	57,70	84,70	-	4,07	11,25
	Intervalo	1,7 - 5,9	6,1 - 17,2	0,6 - 6,2	26,5 - 73,8	70,4 - 89,5	-	1,8 - 11,3	5,5 - 22,6
	N	1381,00	1381,00	1357,00	168,00	1357,00	-	1309,00	1309,00

Os resultados significativamente diferentes ( $p < 0,05$ ) estão apresentados em **negrito** e *itálico*

Os valores dos nutrientes estão expressos em g/100g na base seca, com exceção com exceção do valor energético expresso em Kcal/100g.

<sup>a</sup>N = número de dados do ILSI utilizados no cálculo da média.

EPM = erro padrão da média.

Tabela 7 - Análise de minerais de amostras de grãos de híbrido de milho GM (Maximus Bt11xMIR162xGA21) e híbrido de milho convencional isogênico (Maximus Convencional) em Uberlândia, MG e Ituiutaba, MG, safra 2008/2009.

Tratamentos	Estatística	Cálcio	Cobre	Ferro	Fósforo Total	Magnésio	Mangânês	Potássio	Selênio	Sódio	Zinco
Maximus Bt11xMIR162xGA21	Média	97,06	2,38	32,49	2615,84	1029,53	20,81	3904,70	0,08	115,78	29,68
	Intervalo	16,377-159,106	1,44-3,094	5,349-53,369	937,684-3906,47	674,778-1302,355	-13,032-46,84	3256,088-4403,535	0,058-0,088	7,246-199,245	4,744-48,855
Maximus Convencional	Média	102,30	5,41	21,65	3010,85	965,17	9,52	3670,54	0,07	106,08	21,89
	Intervalo	66,886-129,533	3,908-6,571	16,17-25,87	2466,416-3429,562	841,576-1060,223	7,473-11,086	2752,337-4376,708	0,057-0,084	48,163-150,614	18,664-24,377
ANOVA(F-teste) e Erro Padrão da Média	P	0,74	0,07	0,03	0,11	0,31	0,03	0,42	0,75	0,78	0,03
	EPM	13,72	1,49	6,74	156,67	3,95	253,19	0,01	31,99	3,01	3,01
	CV	26,16	92,62	26,78	13,99	10,77	59,86	11,93	15,93	55,74	22,93
ILSI(2010)	Média	46,40	1,74	21,81	3273,50	1193,80	6,18	3842,00	0,20	31,75	2,16
	Intervalo	12,7 - 208,4	0,73 - 18,5	10,42 - 49,07	1470 - 5330	94,0 - 1940	1,69 - 14,3	1810 - 6030	0,05 - 0,75	0,17 - 731,54	0,65 - 3,72
	N	1304,00	1209,00	1215,00	1309,00	1217,00	1216,00	1217,00	86,00	217,00	1217,00

Os resultados significativamente diferentes ( $p < 0,05$ ) estão apresentados em negrito e itálico.

Os valores dos minerais estão expressos na base seca em mg/Kg.

<sup>a</sup>N = número de dados do ILSI utilizados no cálculo da média.

EPM = erro padrão da média.

Tabela 8 - Análise de perfil de aminoácidos de amostras de grãos de híbrido de milho GM (Maximus Bt11xMIR162xGA21) e híbrido de milho convencional isogênico (Maximus Convencional) em Uberlândia, MG e Ituiutaba, MG, safra 2008/2009. (continua)

Tratamentos	Estatística	Ácido Aspártico	Ácido Glutâmico	Alanina	Arginina	Cisteína	Fenilalanina	Glicina	Histidina	Isoleucina	Leucina
Maximus Bt11xMIR162xGA21	Média	0,53	1,87	0,62	0,42	0,20	0,49	0,38	0,22	0,38	1,32
	Intervalo	0,51-0,549	1,626-2,052	0,552-0,678	0,395-0,439	0,175-0,219	0,398-0,552	0,307-0,433	0,201-0,24	0,323-0,429	1,046-1,522
Maximus Convencional	Média	0,43	1,61	0,82	0,44	0,22	0,42	0,41	0,23	0,35	1,16
	Intervalo	-0,025-0,774	0,518-2,45	-0,239-1,634	0,219-0,61	0,026-0,372	0,19-0,602	0,266-0,521	0,111-0,313	0,242-0,439	0,52-1,655
ANOVA(F-teste) e Erro Padrão da Média	P	0,10	0,17	0,13	0,61	0,39	0,17	0,24	0,95	0,33	0,24
	EPM	0,19	0,12	0,03	0,02	0,05	0,05	0,02	0,03	0,13	0,11
	CV	21,96	18,03	31,81	12,48	18,33	16,47	10,71	13,63	13,86	17,73
ILSI(2010)	Média	0,69	2,01	0,79	0,44	0,22	0,53	0,39	0,30	0,37	1,34
	Intervalo	0,3 - 1,2	0,9 - 3,5	0,4 - 1,3	0,1 - 0,6	0,1 - 0,5	0,2 - 0,9	0,2 - 0,5	0,1 - 0,4	0,2 - 0,7	0,6 - 2,5
	N	1309,00	1309,00	1309,00	1309,00	1309,00	1309,00	1309,00	1309,00	1309,00	1309,00

Os resultados significativamente diferentes ( $p < 0,05$ ) estão apresentados em negrito e itálico.

Os valores dos aminoácidos estão expressos na base seca em g/100g.

<sup>a</sup>N = número de dados do ILSI utilizados no cálculo da média.

EPM = erro padrão da média.

Tabela 8 - Análise de perfil de aminoácidos de amostras de grãos de híbrido de milho GM (Maximus Bt11xMIR162xGA21) e híbrido de milho convencional isogênico (Maximus Convencional) em Uberlândia, MG e Ituiutaba, MG, safra 2008/2009. (conclusão)

Tratamentos	Estatística	Lisina	Metionina	Prolina	Serina	Tirosina	Treonina	Triptofano	Valina
Maximus Bt11xMIR162xGA21	Média	0,28	0,22	0,47	0,47	0,30	0,36	0,09	0,47
	Intervalo	0,268-0,283	0,175-0,257	0,432-0,499	0,376-0,543	0,267-0,32	0,341-0,366	0,071-0,096	0,256-0,631
Maximus Convencional	Média	0,45	0,22	0,43	0,44	0,31	0,33	0,12	0,42
	Intervalo	-0,497-1,178	0,096-0,318	0,254-0,562	0,411-0,462	0,167-0,417	0,292-0,356	-0,123-0,31	0,09-0,68
ANOVA(F-teste) e Erro Padrão da Média	P	0,14	1,00	0,27	0,39	0,67	0,23	0,19	0,42
	EPM	0,01	0,01	0,03	0,02	0,02	0,03	0,06	0,06
	CV	64,31	11,34	13,68	10,95	11,77	9,93	52,93	22,03
ILSI(2010)	Média	0,32	0,21	0,95	0,51	0,34	0,37	0,06	0,49
	Intervalo	0,2 - 0,7	0,1 - 0,5	0,5 - 1,7	0,2 - 0,8	0,1 - 0,6	0,22-0,67	0,03 - 2,2	0,3 - 0,9
	N	1309,00	1309,00	1309,00	1309,00	1309,00	1309,00	1309,00	1309,00

Os resultados significativamente diferentes ( $p < 0,05$ ) estão apresentados em negrito e itálico.

Os valores dos aminoácidos estão expressos na base seca em g/100g.

<sup>a</sup>N = número de dados do ILSI utilizados no cálculo da média.

EPM = erro padrão da média.

Tabela 9 - Análise de perfil de gorduras de amostras de grãos de híbrido de milho GM (Maximus Bt11xMIR162xGA21) e híbrido de milho convencional isogênico (Maximus Convencional) em Uberlândia, MG e Ituiutaba, MG, safra 2008/2009.

Tratamentos	Estatística	Ácido palmítico (16:0)	Ácido esteárico (18:0)	Ácido oléico (18:1)	Ácido linolêico (18:2)	Ácido linolênico (18:3)	Ácido Araquídico (20:0)
Maximus Bt11xMIR162xGA21	Média	0,59	0,08	1,47	2,02	0,06	0,02
	Intervalo	0,55-0,624	0,075-0,075	1,342-1,559	1,93-2,083	0,025-0,089	0,015-0,03
Maximus Convencional	Média	0,69	0,10	1,52	2,22	0,06	0,03
	Intervalo	0,604-0,751	0,067-0,131	1,248-1,732	1,728-2,604	0,03-0,074	0,011-0,036
ANOVA(F-teste) e Erro Padrão da Média	P	0,00	0,15	0,47	0,03	0,47	0,67
	EPM	0,02	0,07	0,09	0,01	0,00	0,00
	CV	6,89	40,40	7,77	7,50	21,76	22,56
ILSI(2010)	Média	1,15	0,18	2,57	5,77	0,12	0,04
	Intervalo	0,79 - 2,071	0,102 - 0,34	1,74 - 4,02	3,62 - 6,65	0,017 - 0,225	0,0279 - 0,0965
	N	1303,00	1303,00	1303,00	1303,00	1303,00	965,00

Os resultados significativamente diferentes ( $p < 0,05$ ) estão apresentados em **negrito** e *itálico*.

Os valores estão expressos em g/100g na base seca.

<sup>a</sup>N = número de dados do ILSI utilizados no cálculo da média.

EPM = erro padrão da média.

Tabela 10 - Análise de composição nutricional, fibras e amido de amostras de grãos de híbrido de milho GM (Maximus MIR162) e híbrido de milho convencional isogênico (Maximus Convencional) em Uberlândia, MG e Ituiutaba, MG, safra 2008/2009.

Tratamentos	Estatística	Gordura	Proteína	RMF	Amido	Carboidrato	Valor energético	FDA	FDN
Maximus MIR 162	Média	4,59	8,96	1,35	71,64	85,11	417,33	3,04	11,77
	Intervalo	0,11	0,23	0,06	0,38	0,20	1,18	0,27	0,74
Maximus Convencional	Média	4,67	8,91	1,39	70,55	85,04	417,67	3,23	11,86
	Intervalo	3,799-5,334	7,956-9,638	0,961-1,723	69,405-71,431	84,475-85,465	414,049-420,449	2,272-3,973	11,226-12,351
ANOVA(F-teste) e Erro Padrão da Média	P	0,66	0,94	0,58	0,33	0,91	0,75	0,46	0,79
	EPM	0,16	0,47	0,06	0,54	0,55	1,16	0,29	0,46
	CV	6,10	9,19	7,95	1,31	1,11	0,48	13,12	4,53
ILSI(2010)	Média	3,63	10,29	1,44	57,70	84,70	-	4,07	11,25
	Intervalo	1,7 - 5,9	6,1 - 17,2	0,6 - 6,2	26,5 - 73,8	70,4 - 89,5	-	1,8 - 11,3	5,5 - 22,6
	N	1381,00	1381,00	1357,00	168,00	1357,00	-	1309,00	1309,00

Os resultados significativamente diferentes ( $p < 0,05$ ) estão apresentados em negrito e itálico

Os valores dos nutrientes estão expressos em g/100g na base seca, com exceção com exceção do valor energético expresso em Kcal/100g.

<sup>a</sup>N = número de dados do ILSI utilizados no cálculo da média.

EPM = erro padrão da média.



Tabela 11 - Análise de minerais de amostras de grãos de híbrido de milho GM (Maximus MIR162) e híbrido de milho convencional isogênico (Maximus Convencional) em Uberlândia, MG e Ituiutaba, MG, safra 2008/2009.

Tratamentos	Estatística	Cálcio	Cobre	Ferro	Fósforo Total	Magnésio	Manganês	Potássio	Selênio	Sódio	Zinco
Maximus MIR 162	Média	102,23	2,47	18,90	2848,41	934,51	9,59	3628,49	0,07	79,97	21,10
	Intervalo	15,93	1,22	1,63	265,12	51,22	0,79	22,48	0,01	8,38	1,00
Maximus Convencional	Média	102,30	5,41	21,65	3010,85	965,17	9,52	3670,54	0,07	106,08	21,89
	Intervalo	66,886-129,533	3,908-6,571	16,17-25,87	2466,416-3429,562	841,576-1060,223	7,473-11,086	2752,337-4376,708	0,057-0,084	48,163-150,614	18,664-24,377
ANOVA(F-teste) e Erro Padrão da Média	P	1,00	0,07	0,56	0,51	0,63	0,99	0,88	0,60	0,44	0,82
	EPM	13,72	1,49	6,74	156,67	3,95	253,19	0,01	31,99	3,01	3,01
	CV	26,16	92,62	26,78	13,99	10,77	59,86	11,93	15,93	55,74	22,93
ILSI(2010)	Média	46,40	1,74	21,81	3273,50	1193,80	6,18	3842,00	0,20	31,75	2,16
	Intervalo	12,7 - 208,4	0,73 - 18,5	10,42 - 49,07	1470 - 5330	94,0 - 1940	1,69 - 14,3	1810 - 6030	0,05 - 0,75	0,17 - 731,54	0,65 - 3,72
	N	1304,00	1209,00	1215,00	1309,00	1217,00	1216,00	1217,00	86,00	217,00	1217,00

Os resultados significativamente diferentes ( $p < 0,05$ ) estão apresentados em **negrito** e *itálico*.

Os valores dos minerais estão expressos na base seca em mg/Kg.

\*N = número de dados do ILSI utilizados no cálculo da média.

EPM = erro padrão da média.

Tabela 12 - Análise de perfil de aminoácidos de amostras de grãos de híbrido de milho GM (Maximus MIR162) e híbrido de milho convencional isogênico (Maximus Convencional) em Uberlândia, MG e Ituiutaba, MG, safra 2008/2009-continua. (continua)

42

Tratamentos	Estatística	Ácido Aspártico	Ácido Glutâmico	Alanina	Arginina	Cisteína	Fenilalanina	Glicina	Histidina	Isoleucina	Leucina
Maximus MIR 162	Média	0,55	1,83	0,61	0,40	0,19	0,47	0,40	0,22	0,37	1,31
	Intervalo	0,08	0,04	0,00	0,02	0,01	0,02	0,02	0,03	0,02	0,03
Maximus Convencional	Média	0,43	1,61	0,82	0,44	0,22	0,42	0,41	0,23	0,35	1,16
	Intervalo	-0,025-0,774	0,518-2,45	-0,239-1,634	0,219-0,61	0,026-0,372	0,19-0,602	0,266-0,521	0,111-0,313	0,242-0,439	0,52-1,655
ANOVA(F-teste) e Erro Padrão da Média	P	0,06	0,24	0,11	0,30	0,24	0,31	0,71	0,85	0,55	0,25
	EPM	0,19	0,12	0,03	0,02	0,05	0,05	0,02	0,03	0,13	0,11
	CV	21,96	18,03	31,81	12,48	18,33	16,47	10,71	13,63	13,86	17,73
ILSI(2010)	Média	0,69	2,01	0,79	0,44	0,22	0,53	0,39	0,30	0,37	1,34
	Intervalo	0,3 - 1,2	0,9 - 3,5	0,4 - 1,3	0,1 - 0,6	0,1 - 0,5	0,2 - 0,9	0,2 - 0,5	0,1 - 0,4	0,2 - 0,7	0,6 - 2,5
	N	1309,00	1309,00	1309,00	1309,00	1309,00	1309,00	1309,00	1309,00	1309,00	1309,00

Os resultados significativamente diferentes ( $p < 0,05$ ) estão apresentados em negrito e itálico.

Os valores dos aminoácidos estão expressos na base seca em g/100g.

<sup>a</sup>N = número de dados do ILSI utilizados no cálculo da média.

EPM = erro padrão da média.

Tabela 12 - Análise de perfil de aminoácidos de amostras de grãos de híbrido de milho GM (Maximus MIR162) e híbrido de milho convencional isogênico (Maximus Convencional) em Uberlândia, MG e Ituiutaba, MG, safra 2008/2009. (conclusão)

Tratamentos	Estatística	Lisina	Metionina	Prolina	Serina	Tirosina	Treonina	Triptofano	Valina
Maximus MIR 162	Média	0,27	0,21	0,49	0,46	0,28	0,34	0,08	0,48
	Intervalo	0,01	0,01	0,05	0,02	#NÚM!	0,02	0,00	0,02
Maximus Convencional	Média	0,45	0,22	0,43	0,44	0,31	0,33	0,12	0,42
	Intervalo	-0,497-1,178	0,096-0,318	0,254-0,562	0,411-0,462	0,167-0,417	0,292-0,356	-0,123-0,31	0,09-0,68
ANOVA(F-teste) e Erro Padrão da Média	P	0,12	0,59	0,10	0,60	0,30	0,60	0,15	0,34
	EPM	0,01	0,01	0,03	0,02	0,02	0,03	0,06	0,06
	CV	64,31	11,34	13,68	10,95	11,77	9,93	52,93	22,03
ILSI(2010)	Média	0,32	0,21	0,95	0,51	0,34	0,37	0,06	0,49
	Intervalo	0,2 - 0,7	0,1 - 0,5	0,5 - 1,7	0,2 - 0,8	0,1 - 0,6	0,22-0,67	0,03 - 2,2	0,3 - 0,9
	N	1309,00	1309,00	1309,00	1309,00	1309,00	1309,00	1309,00	1309,00

Os resultados significativamente diferentes ( $p < 0,05$ ) estão apresentados em **negrito** e *itálico*.

Os valores dos aminoácidos estão expressos na base seca em g/100g.

<sup>a</sup>N = número de dados do ILSI utilizados no cálculo da média.

EPM = erro padrão da média.

Tabela 13 - Análise de perfil de gorduras de amostras de grãos de híbrido de milho GM (Maximus MIR162) e híbrido de milho convencional isogênico (Maximus Convencional) em Uberlândia, MG e Ituiutaba, MG, safra 2008/2009.

14

Tratamentos	Estatística	Ácido palmítico (16:0)	Ácido esteárico (18:0)	Ácido oléico (18:1)	Ácido linolêico (18:2)	Ácido linolênico (18:3)	Ácido Araquídico (20:0)
Maximus MIR 162	Média	0,69	0,09	1,55	2,18	0,05	0,02
	Intervalo	0,08	0,01	0,03	0,05	0,01	0,01
Maximus Convencional	Média	0,69	0,10	1,52	2,22	0,06	0,03
	Intervalo	0,604-0,751	0,067-0,131	1,248-1,732	1,728-2,604	0,03-0,074	0,011-0,036
ANOVA(F-teste) e Erro Padrão da Média	P	0,96	0,35	0,72	0,63	0,59	0,67
	EPM	0,02	0,07	0,09	0,01	0,00	0,00
	CV	6,89	40,40	7,77	7,50	21,76	22,56
ILSI(2010)	Média	1,15	0,18	2,57	5,77	0,12	0,04
	Intervalo	0,79 - 2,071	0,102 - 0,34	1,74 - 4,02	3,62 - 6,65	0,017 - 0,225	0,0279 - 0,0965
	N	1303,00	1303,00	1303,00	1303,00	1303,00	965,00

Os resultados significativamente diferentes ( $p < 0,05$ ) estão apresentados em **negrito e itálico**.

Os valores estão expressos em g/100g na base seca.

<sup>a</sup>N = número de dados do ILSI utilizados no cálculo da média.

EPM = erro padrão da média.

Tabela 14 - Análise de composição nutricional, fibras e amido de amostras de grãos de híbrido de milho GM (Maximus Bt11) e híbrido de milho convencional isogênico (Maximus Convencional) em Uberlândia, MG e Ituiutaba, MG, safra 2008/2009.

Tratamentos	Estatística	Gordura	Proteína	RMF	Amido	Carboidrato	Valor energético	FDA	FDN
Maximus Bt11	Média	4,28	9,02	1,31	72,47	85,39	416,00	3,02	11,32
	Intervalo	3,733-4,697	8,328-9,552	1,275-1,339	72,049-72,797	84,614-85,987	413,125-418,211	1,786-3,969	10,953-11,597
Maximus Convencional	Média	4,67	8,91	1,39	70,55	85,04	417,67	3,23	11,86
	Intervalo	3,799-5,334	7,956-9,638	0,961-1,723	69,405-71,431	84,475-85,465	414,049-420,449	2,272-3,973	11,226-12,351
ANOVA(F-teste) e Erro Padrão da Média	P	<b>0,03</b>	0,85	0,34	0,09	0,62	0,12	0,42	0,12
	EPM	0,16	0,47	0,06	0,54	0,55	1,16	0,29	0,46
	CV	6,10	9,19	7,95	1,31	1,11	0,48	13,12	4,53
ILSI(2010)	Média	3,63	10,29	1,44	57,70	84,70	-	4,07	11,25
	Intervalo	1,7 - 5,9	6,1 - 17,2	0,6 - 6,2	26,5 - 73,8	70,4 - 89,5	-	1,8 - 11,3	5,5 - 22,6
	N	1381,00	1381,00	1357,00	168,00	1357,00	-	1309,00	1309,00

Os resultados significativamente diferentes ( $p < 0,05$ ) estão apresentados em negrito e itálico

Os valores dos nutrientes estão expressos em g/100g na base seca, com exceção com exceção do valor energético expresso em Kcal/100g.

<sup>a</sup>N = número de dados do ILSI utilizados no cálculo da média.

EPM = erro padrão da média.

Tabela 15 - Análise de minerais de amostras de grãos de híbrido de milho GM (Maximus Bt11) e híbrido de milho convencional isogênico (Maximus Convencional) em Uberlândia, MG e Ituiutaba, MG, safra 2008/2009.

Tratamentos	Estatística	Cálcio	Cobre	Ferro	Fósforo Total	Magnésio	Manganês	Potássio	Selênio	Sódio	Zinco
Maximus Bt11	Média	117,96	3,82	18,89	3067,69	976,71	9,82	3594,02	0,08	72,33	20,36
	Intervalo	8,789-201,912	-5,152-10,723	11,318-24,716	2795,481-3277,037	915,386-1023,876	5,719-12,977	3145,723-3938,789	0,042-0,102	67,132-76,322	14,935-24,524
Maximus Convencional	Média	102,30	5,41	21,65	3010,85	965,17	9,52	3670,54	0,07	106,08	21,89
	Intervalo	66,886-129,533	3,908-6,571	16,17-25,87	2466,416-3429,562	841,576-1060,223	7,473-11,086	2752,337-4376,708	0,057-0,084	48,163-150,614	18,664-24,377
ANOVA(F-teste) e Erro Padrão da Média	P	0,32	0,33	0,56	0,82	0,85	0,95	0,79	0,68	0,32	0,66
	EPM	13,72	1,49	6,74	156,67	3,95	253,19	0,01	31,99	3,01	3,01
	CV	26,16	92,62	26,78	13,99	10,77	59,86	11,93	15,93	55,74	22,93
ILSI(2010)	Média	46,40	1,74	21,81	3273,50	1193,80	6,18	3842,00	0,20	31,75	2,16
	Intervalo	12,7 - 208,4	0,73 - 18,5	10,42 - 49,07	1470 - 5330	94,0 - 1940	1,69 - 14,3	1810 - 6030	0,05 - 0,75	0,17 - 731,54	0,65 - 3,72
	N	1304,00	1209,00	1215,00	1309,00	1217,00	1216,00	1217,00	86,00	217,00	1217,00

Os resultados significativamente diferentes ( $p < 0,05$ ) estão apresentados em **negrito** e *itálico*.

Os valores dos minerais estão expressos na base seca em mg/Kg.

\*N = número de dados do ILSI utilizados no cálculo da média.

EPM = erro padrão da média.

Tabela 16 - Análise de perfil de aminoácidos de amostras de grãos de híbrido de milho GM (Maximus Bt11) e híbrido de milho convencional isogênico (Maximus Convencional) em Uberlândia, MG e Ituiutaba, MG, safra 2008/2009. (continua)

Tratamentos	Estatística	Ácido Aspártico	Ácido Glutâmico	Alanina	Arginina	Cisteína	Fenilalanina	Glicina	Histidina	Isoleucina	Leucina
Maximus Bt11	Média	0,58	1,86	0,61	0,41	0,20	0,49	0,39	0,24	0,37	1,30
	Intervalo	0,553-0,606	1,703-1,984	0,547-0,662	0,391-0,416	0,186-0,211	0,424-0,544	0,375-0,404	0,194-0,272	0,343-0,396	1,223-1,353
Maximus Convencional	Média	0,43	1,61	0,82	0,44	0,22	0,42	0,41	0,23	0,35	1,16
	Intervalo	-0,025-0,774	0,518-2,45	-0,239-1,634	0,219-0,61	0,026-0,372	0,19-0,602	0,266-0,521	0,111-0,313	0,242-0,439	0,52-1,655
ANOVA(F-teste) e Erro Padrão da Média	P	<b>0,02</b>	0,17	0,11	0,37	0,39	0,13	0,49	0,61	0,52	0,30
	EPM	0,19	0,12	0,03	0,02	0,05	0,05	0,02	0,03	0,13	0,11
	CV	21,96	18,03	31,81	12,48	18,33	16,47	10,71	13,63	13,86	17,73
ILSI(2010)	Média	0,69	2,01	0,79	0,44	0,22	0,53	0,39	0,30	0,37	1,34
	Intervalo	0,3 - 1,2	0,9 - 3,5	0,4 - 1,3	0,1 - 0,6	0,1 - 0,5	0,2 - 0,9	0,2 - 0,5	0,1 - 0,4	0,2 - 0,7	0,6 - 2,5
	N	1309,00	1309,00	1309,00	1309,00	1309,00	1309,00	1309,00	1309,00	1309,00	1309,00

Os resultados significativamente diferentes ( $p < 0,05$ ) estão apresentados em negrito e itálico.

Os valores dos aminoácidos estão expressos na base seca em g/100g.

<sup>a</sup>N = número de dados do ILSI utilizados no cálculo da média.

EPM = erro padrão da média.

Tabela 16 - Análise de perfil de aminoácidos de amostras de grãos de híbrido de milho GM (Maximus Bt11) e híbrido de milho convencional isogênico (Maximus Convencional) em Uberlândia, MG e Ituiutaba, MG, safra 2008/2009. (conclusão)

Tratamentos	Estatística	Lisina	Metionina	Prolina	Serina	Tirosina	Treonina	Triptofano	Valina
Maximus Bt11	Média	0,25	0,21	0,46	0,46	0,29	0,34	0,08	0,48
	Intervalo	0,243-0,258	0,19-0,229	0,431-0,482	0,408-0,497	0,252-0,316	0,302-0,366	0,055-0,099	0,428-0,52
Maximus Convencional	Média	0,45	0,22	0,43	0,44	0,31	0,33	0,12	0,42
	Intervalo	-0,497-1,178	0,096-0,318	0,254-0,562	0,411-0,462	0,167-0,417	0,292-0,356	-0,123-0,31	0,09-0,68
ANOVA(F-teste) e Erro Padrão da Média	P	0,09	0,59	0,40	0,60	0,46	0,65	0,14	0,31
	EPM	0,01	0,01	0,03	0,02	0,02	0,03	0,06	0,06
	CV	64,31	11,34	13,68	10,95	11,77	9,93	52,93	22,03
ILSI(2010)	Média	0,32	0,21	0,95	0,51	0,34	0,37	0,06	0,49
	Intervalo	0,2 - 0,7	0,1 - 0,5	0,5 - 1,7	0,2 - 0,8	0,1 - 0,6	0,22-0,67	0,03 - 2,2	0,3 - 0,9
	N	1309,00	1309,00	1309,00	1309,00	1309,00	1309,00	1309,00	1309,00

Os resultados significativamente diferentes ( $p < 0,05$ ) estão apresentados em **negrito** e *itálico*.

Os valores dos aminoácidos estão expressos na base seca em g/100g.

<sup>a</sup>N = número de dados do ILSI utilizados no cálculo da média.

EPM = erro padrão da média.



Tabela 17 - Análise de perfil de gorduras de amostras de grãos de híbrido de milho GM (Maximus Bt11) e híbrido de milho convencional isogênico (Maximus Convencional) em Uberlândia, MG e Ituiutaba, MG, safra 2008/2009.

Tratamentos	Estatística	Ácido palmítico (16:0)	Ácido esteárico (18:0)	Ácido oléico (18:1)	Ácido linoléico (18:2)	Ácido linolênico (18:3)	Ácido Araquídico (20:0)
Maximus Bt11	Média	0,62	0,07	1,34	2,03	0,08	0,02
	Intervalo	0,544-0,684	-0,023-0,139	1,139-1,495	1,813-2,203	0,075-0,075	0,015-0,03
Maximus Convencional	Média	0,69	0,10	1,52	2,22	0,06	0,03
	Intervalo	0,604-0,751	0,067-0,131	1,248-1,732	1,728-2,604	0,03-0,074	0,011-0,036
ANOVA(F-teste) e Erro Padrão da Média	P	<b>0,05</b>	0,08	<b>0,03</b>	<b>0,05</b>	<b>0,04</b>	0,67
	EPM	0,02	0,07	0,09	0,01	0,00	0,00
	CV	6,89	40,40	7,77	7,50	21,76	22,56
ILSI(2010)	Média	1,15	0,18	2,57	5,77	0,12	0,04
	Intervalo	0,79 - 2,071	0,102 - 0,34	1,74 - 4,02	3,62 - 6,65	0,017 - 0,225	0,0279 - 0,0965
	N	1303,00	1303,00	1303,00	1303,00	1303,00	965,00

Os resultados significativamente diferentes ( $p < 0,05$ ) estão apresentados em negrito e itálico.

Os valores estão expressos em g/100g na base seca.

<sup>a</sup>N = número de dados do ILSI utilizados no cálculo da média.

EPM = erro padrão da média.

Tabela 18 - Análise de composição nutricional, fibras e amido de amostras de grãos de híbrido de milho GM (Maximus GA21) e híbrido de milho convencional isogênico (Maximus Convencional) em Uberlândia, MG e Ituiutaba, MG, safra 2008/2009.

Tratamentos	Estatística	Gordura	Proteína	RMF	Amido	Carboidrato	valor energético	FDA	FDN
Maximus GA21	Média	4,57	8,85	1,43	71,10	85,16	417,17	2,96	11,41
	Intervalo	4,365-4,722	7,569-9,826	1,354-1,489	70,472-71,589	83,668-86,302	416,337-417,805	1,815-3,834	10,596-12,039
Maximus Convencional	Média	4,67	8,91	1,39	70,55	85,04	417,67	3,23	11,86
	Intervalo	3,799-5,334	7,956-9,638	0,961-1,723	69,405-71,431	84,475-85,465	414,049-420,449	2,272-3,973	11,226-12,351
ANOVA(F-teste) e Erro Padrão da Média	P	0,56	0,92	0,65	0,62	0,86	0,64	0,29	0,20
	EPM	0,16	0,47	0,06	0,54	0,55	1,16	0,29	0,46
	CV	6,10	9,19	7,95	1,31	1,11	0,48	13,12	4,53
ILSI(2010)	Média	3,63	10,29	1,44	57,70	84,70	-	4,07	11,25
	Intervalo	1,7 - 5,9	6,1 - 17,2	0,6 - 6,2	26,5 - 73,8	70,4 - 89,5	-	1,8 - 11,3	5,5 - 22,6
	N	1381,00	1381,00	1357,00	168,00	1357,00	-	1309,00	1309,00

Os resultados significativamente diferentes ( $p < 0,05$ ) estão apresentados em negrito e itálico

Os valores dos nutrientes estão expressos em g/100g na base seca, com exceção com exceção do valor energético expresso em Kcal/100g.

<sup>a</sup>N = número de dados do ILSI utilizados no cálculo da média.

EPM = erro padrão da média.

Tabela 19 - Análise de minerais de amostras de grãos de híbrido de milho GM (Maximus GA21) e híbrido de milho convencional isogênico (Maximus Convencional) em Uberlândia, MG e Ituiutaba, MG, safra 2008/2009.

Tratamentos	Estatística	Cálcio	Cobre	Ferro	Fósforo Total	Magnésio	Manganês	Potássio	Selênio	Sódio	Zinco
Maximus GA21	Média	92,25	1,79	19,42	3060,59	1053,95	8,93	3847,22	0,07	126,90	22,11
	Intervalo	63,481-114,381	1,503-2,011	16,974-21,298	1859,952-3983,969	854,962-1206,99	8,646-9,142	3309,187-4261,015	0,057-0,082	-122,522-318,725	19,437-24,166
Maximus Convencional	Média	102,30	5,41	21,65	3010,85	965,17	9,52	3670,54	0,07	106,08	21,89
	Intervalo	66,886-129,533	3,908-6,571	16,17-25,87	2466,416-3429,562	841,576-1060,223	7,473-11,086	2752,337-4376,708	0,057-0,084	48,163-150,614	18,664-24,377
ANOVA(F-teste) e Erro Padrão da Média	P	0,52	<b>0,03</b>	0,64	0,84	0,17	0,90	0,54	0,84	0,54	0,95
	EPM	13,72	1,49	6,74	156,67	3,95	253,19	0,01	31,99	3,01	3,01
	CV	26,16	92,62	26,78	13,99	10,77	59,86	11,93	15,93	55,74	22,93
ILSI(2010)	Média	46,40	1,74	21,81	3273,50	1193,80	6,18	3842,00	0,20	31,75	2,16
	Intervalo	12,7 - 208,4	0,73 - 18,5	10,42 - 49,07	1470 - 5330	94,0 - 1940	1,69 - 14,3	1810 - 6030	0,05 - 0,75	0,17 - 731,54	0,65 - 3,72
	N	1304,00	1209,00	1215,00	1309,00	1217,00	1216,00	1217,00	86,00	217,00	1217,00

Os resultados significativamente diferentes ( $p < 0,05$ ) estão apresentados em negrito e itálico.

Os valores dos minerais estão expressos na base seca em mg/Kg.

\*N = número de dados do ILSI utilizados no cálculo da média.

EPM = erro padrão da média.

Tabela 20 - Análise de perfil de aminoácidos de amostras de grãos de híbrido de milho GM (Maximus GA21) e híbrido de milho convencional isogênico (Maximus Convencional) em Uberlândia, MG e Ituiutaba, MG, safra 2008/2009. (continua)

Tratamentos	Estatística	Ácido Aspártico	Ácido Glutâmico	Alanina	Arginina	Cisteína	Fenilalanina	Glicina	Histidina	Isoleucina	Leucina
Maximus GA21	Média	0,52	1,81	0,61	0,41	0,19	0,50	0,37	0,24	0,37	1,31
	Intervalo	0,374-0,632	1,445-2,085	0,522-0,675	0,377-0,43	0,149-0,227	0,437-0,539	0,356-0,381	0,18-0,283	0,313-0,419	1,054-1,512
Maximus Convencional	Média	0,43	1,61	0,82	0,44	0,22	0,42	0,41	0,23	0,35	1,16
	Intervalo	-0,025-0,774	0,518-2,45	-0,239-1,634	0,219-0,61	0,026-0,372	0,19-0,602	0,266-0,521	0,111-0,313	0,242-0,439	0,52-1,655
ANOVA(F-teste) e Erro Padrão da Média	P	0,15	0,29	0,11	0,39	0,26	0,11	0,14	0,61	0,52	0,24
	EPM	0,19	0,12	0,03	0,02	0,05	0,05	0,02	0,03	0,13	0,11
	CV	21,96	18,03	31,81	12,48	18,33	16,47	10,71	13,63	13,86	17,73
ILSI(2010)	Média	0,69	2,01	0,79	0,44	0,22	0,53	0,39	0,30	0,37	1,34
	Intervalo	0,3 - 1,2	0,9 - 3,5	0,4 - 1,3	0,1 - 0,6	0,1 - 0,5	0,2 - 0,9	0,2 - 0,5	0,1 - 0,4	0,2 - 0,7	0,6 - 2,5
	N	1309,00	1309,00	1309,00	1309,00	1309,00	1309,00	1309,00	1309,00	1309,00	1309,00

Os resultados significativamente diferentes ( $p < 0,05$ ) estão apresentados em **negrito** e *itálico*.

Os valores dos aminoácidos estão expressos na base seca em g/100g.

<sup>a</sup>N = número de dados do ILSI utilizados no cálculo da média.

EPM = erro padrão da média.

Tabela 20 - Análise de perfil de aminoácidos de amostras de grãos de híbrido de milho GM (Maximus GA21) e híbrido de milho convencional isogênico (Maximus Convencional) em Uberlândia, MG e Ituiutaba, MG, safra 2008/2009. (conclusão)

Tratamentos	Estatística	Lisina	Metionina	Prolina	Serina	Tirosina	Treonina	Triptofano	Valina
Maximus GA21	Média	0,25	0,22	0,44	0,44	0,27	0,33	0,08	0,49
	Intervalo	0,213-0,272	0,173-0,25	0,395-0,477	0,38-0,483	0,24-0,299	0,301-0,352	0,07-0,085	0,445-0,519
Maximus Convencional	Média	0,45	0,22	0,43	0,44	0,31	0,33	0,12	0,42
	Intervalo	-0,497-1,178	0,096-0,318	0,254-0,562	0,411-0,462	0,167-0,417	0,292-0,356	-0,123-0,31	0,09-0,68
ANOVA(F-teste) e Erro Padrão da Média	P	0,08	0,78	0,72	0,96	0,20	0,94	0,12	0,26
	EPM	0,01	0,01	0,03	0,02	0,02	0,03	0,06	0,06
	CV	64,31	11,34	13,68	10,95	11,77	9,93	52,93	22,03
ILSI(2010)	Média	0,32	0,21	0,95	0,51	0,34	0,37	0,06	0,49
	Intervalo	0,2 - 0,7	0,1 - 0,5	0,5 - 1,7	0,2 - 0,8	0,1 - 0,6	0,22-0,67	0,03 - 2,2	0,3 - 0,9
	N	1309,00	1309,00	1309,00	1309,00	1309,00	1309,00	1309,00	1309,00

Os resultados significativamente diferentes ( $p < 0,05$ ) estão apresentados em negrito e itálico.

Os valores dos aminoácidos estão expressos na base seca em g/100g.

<sup>a</sup>N = número de dados do ILSI utilizados no cálculo da média.

EPM = erro padrão da média.

Tabela 21 - Análise de perfil de gorduras de amostras de grãos de híbrido de milho GM (Maximus GA21) e híbrido de milho convencional isogênico (Maximus Convencional) em Uberlândia, MG e Ituiutaba, MG, safra 2008/2009.

Tratamentos	Estatística	Ácido palmítico (16:0)	Ácido esteárico (18:0)	Ácido oléico (18:1)	Ácido linolêico (18:2)	Ácido linolênico (18:3)	Ácido Araquídico (20:0)
Maximus GA21	Média	0,63	0,10	1,38	2,22	0,07	0,02
	Intervalo	0,574-0,676	0,006-0,169	1,154-1,548	2,068-2,34	0,063-0,078	0,015-0,03
Maximus Convencional	Média	0,69	0,10	1,52	2,22	0,06	0,03
	Intervalo	0,604-0,751	0,067-0,131	1,248-1,732	1,728-2,604	0,03-0,074	0,011-0,036
ANOVA(F-teste) e Erro Padrão da Média	P	0,08	0,80	0,07	0,99	0,08	0,67
	EPM	0,02	0,07	0,09	0,01	0,00	0,00
	CV	6,89	40,40	7,77	7,50	21,76	22,56
ILSI(2010)	Média	1,15	0,18	2,57	5,77	0,12	0,04
	Intervalo	0,79 - 2,071	0,102 - 0,34	1,74 - 4,02	3,62 - 6,65	0,017 - 0,225	0,0279 - 0,0965
	N	1303,00	1303,00	1303,00	1303,00	1303,00	965,00

Os resultados significativamente diferentes ( $p < 0,05$ ) estão apresentados em **negrito** e *itálico*.

Os valores estão expressos em g/100g na base seca.

<sup>a</sup>N = número de dados do ILSI utilizados no cálculo da média.

EPM = erro padrão da média.

Tabela 22 - Análise de composição nutricional, fibras e amido de amostras de grãos de híbrido de milho GM (Maximus Bt11xGA21) e híbrido de milho convencional isogênico (Maximus Convencional) em Uberlândia, MG e Ituiutaba, MG, safra 2008/2009.

Tratamentos	Estatística	Gordura	Proteína	RMF	Amido	Carboidrato	Valor energético	FDA	FDN
Maximus Bt11xGA21	Média	4,85	8,58	1,45	73,19	85,12	418,57	3,03	11,05
	Intervalo	4,334-5,253	5,984-10,582	1,382-1,493	70,096-75,567	81,973-87,54	415,549-420,899	2,928-3,112	8,917-12,694
Maximus Convencional	Média	4,67	8,91	1,39	70,55	85,04	417,67	3,23	11,86
	Intervalo	3,799-5,334	7,956-9,638	0,961-1,723	69,405-71,431	84,475-85,465	414,049-420,449	2,272-3,973	11,226-12,351
ANOVA(F-teste) e Erro Padrão da Média	P	0,28	0,60	0,52	<b>0,02</b>	0,90	0,40	0,44	<b>0,02</b>
	EPM	0,16	0,47	0,06	0,54	0,55	1,16	0,29	0,46
	CV	6,10	9,19	7,95	1,31	1,11	0,48	13,12	4,53
ILSI(2010)	Média	3,63	10,29	1,44	57,70	84,70	-	4,07	11,25
	Intervalo	1,7 - 5,9	6,1 - 17,2	0,6 - 6,2	26,5 - 73,8	70,4 - 89,5	-	1,8 - 11,3	5,5 - 22,6
	N	1381,00	1381,00	1357,00	168,00	1357,00	-	1309,00	1309,00

Os resultados significativamente diferentes ( $p < 0,05$ ) estão apresentados em negrito e itálico

Os valores dos nutrientes estão expressos em g/100g na base seca, com exceção com exceção do valor energético expresso em Kcal/100g.

<sup>a</sup>N = número de dados do ILSI utilizados no cálculo da média.

EPM = erro padrão da média.

Tabela 23 - Análise de minerais de amostras de grãos de híbrido de milho GM (Maximus Bt11xGA21) e híbrido de milho convencional isogênico (Maximus Convencional) em Uberlândia, MG e Ituiutaba, MG, safra 2008/2009.

Tratamentos	Estatística	Cálcio	Cobre	Ferro	Fósforo Total	Magnésio	Manganês	Potássio	Selênio	Sódio	Zinco
Maximus Bt11xGA21	Média	72,51	2,82	16,85	2901,41	1016,16	9,85	3412,46	0,08	95,47	21,34
	Intervalo	61,33-81,099	-2,995-7,298	13,247-19,615	2152,424-3477,443	735,039-1232,36	4,382-14,047	3008,833-3722,883	0,053-0,107	64,582-119,222	14,007-26,971
Maximus Convencional	Média	102,30	5,41	21,65	3010,85	965,17	9,52	3670,54	0,07	106,08	21,89
	Intervalo	66,886-129,533	3,908-6,571	16,17-25,87	2466,416-3429,562	841,576-1060,223	7,473-11,086	2752,337-4376,708	0,057-0,084	48,163-150,614	18,664-24,377
ANOVA(F-teste) e Erro Padrão da Média	P	0,06	0,11	0,31	0,65	0,42	0,95	0,37	0,19	0,76	0,87
	EPM	13,72	1,49	6,74	156,67	3,95	253,19	0,01	31,99	3,01	3,01
	CV	26,16	92,62	26,78	13,99	10,77	59,86	11,93	15,93	55,74	22,93
ILSI(2010)	Média	46,40	1,74	21,81	3273,50	1193,80	6,18	3842,00	0,20	31,75	2,16
	Intervalo	12,7 - 208,4	0,73 - 18,5	10,42 - 49,07	1470 - 5330	94,0 - 1940	1,69 - 14,3	1810 - 6030	0,05 - 0,75	0,17 - 731,54	0,65 - 3,72
	N	1304,00	1209,00	1215,00	1309,00	1217,00	1216,00	1217,00	86,00	217,00	1217,00

Os resultados significativamente diferentes ( $p < 0,05$ ) estão apresentados em **negrito** e *itálico*.

Os valores dos minerais estão expressos na base seca em mg/Kg.

\*N = número de dados do ILSI utilizados no cálculo da média.

EPM = erro padrão da média.



Tabela 24 - Análise de perfil de aminoácidos de amostras de grãos de híbrido de milho GM (Maximus Bt11xGA21) e híbrido de milho convencional isogênico (Maximus Convencional) em Uberlândia, MG e Ituiutaba, MG, safra 2008/2009. (continua)

Tratamentos	Estatística	Ácido Aspártico	Ácido Glutâmico	Alanina	Arginina	Cisteína	Fenilalanina	Glicina	Histidina	Isoleucina	Leucina
Maximus Bt11xGA21	Média	0,54	1,74	0,59	0,40	0,18	0,48	0,36	0,28	0,36	1,26
	Intervalo	0,393-0,647	1,2-2,161	0,39-0,744	0,281-0,497	0,127-0,224	0,323-0,595	0,27-0,429	0,199-0,339	0,243-0,456	0,811-1,602
Maximus Convencional	Média	0,43	1,61	0,82	0,44	0,22	0,42	0,41	0,23	0,35	1,16
	Intervalo	-0,025-0,774	0,518-2,45	-0,239-1,634	0,219-0,61	0,026-0,372	0,19-0,602	0,266-0,521	0,111-0,313	0,242-0,439	0,52-1,655
ANOVA(F-teste) e Erro Padrão da Média	P	0,09	0,47	0,08	0,35	0,12	0,23	0,07	0,05	0,74	<b>0,46</b>
	EPM	0,19	0,12	0,03	0,02	0,05	0,05	0,02	0,03	0,13	0,11
	CV	21,96	18,03	31,81	12,48	18,33	16,47	10,71	13,63	13,86	17,73
ILSI(2010)	Média	0,69	2,01	0,79	0,44	0,22	0,53	0,39	0,30	0,37	1,34
	Intervalo	0,3 - 1,2	0,9 - 3,5	0,4 - 1,3	0,1 - 0,6	0,1 - 0,5	0,2 - 0,9	0,2 - 0,5	0,1 - 0,4	0,2 - 0,7	0,6 - 2,5
	N	1309,00	1309,00	1309,00	1309,00	1309,00	1309,00	1309,00	1309,00	1309,00	1309,00

Os resultados significativamente diferentes ( $p < 0,05$ ) estão apresentados em negrito e itálico.

Os valores dos aminoácidos estão expressos na base seca em g/100g.

<sup>a</sup>N = número de dados do ILSI utilizados no cálculo da média.

EPM = erro padrão da média.

Tabela 24 - Análise de perfil de aminoácidos de amostras de grãos de híbrido de milho GM (Maximus Bt11xGA21) e híbrido de milho convencional isogênico (Maximus Convencional) em Uberlândia, MG e Ituiutaba, MG, safra 2008/2009. (conclusão)

Tratamentos	Estatística	Lisina	Metionina	Prolina	Serina	Tirosina	Treonina	Triptofano	Valina
Maximus Bt11xGA21	Média	0,23	0,20	0,43	0,43	0,26	0,32	0,07	0,45
	Intervalo	0,167-0,278	0,153-0,242	0,298-0,526	0,318-0,516	0,179-0,314	0,225-0,387	0,035-0,099	0,317-0,558
Maximus Convencional	Média	0,45	0,22	0,43	0,44	0,31	0,33	0,12	0,42
	Intervalo	-0,497-1,178	0,096-0,318	0,254-0,562	0,411-0,462	0,167-0,417	0,292-0,356	-0,123-0,31	0,09-0,68
ANOVA(F-teste) e Erro Padrão da Média	P	0,06	0,32	0,96	0,77	0,06	0,60	0,08	0,59
	EPM	0,01	0,01	0,03	0,02	0,02	0,03	0,06	0,06
	CV	64,31	11,34	13,68	10,95	11,77	9,93	52,93	22,03
ILSI(2010)	Média	0,32	0,21	0,95	0,51	0,34	0,37	0,06	0,49
	Intervalo	0,2 - 0,7	0,1 - 0,5	0,5 - 1,7	0,2 - 0,8	0,1 - 0,6	0,22-0,67	0,03 - 2,2	0,3 - 0,9
	N	1309,00	1309,00	1309,00	1309,00	1309,00	1309,00	1309,00	1309,00

Os resultados significativamente diferentes ( $p < 0,05$ ) estão apresentados em negrito e itálico.

Os valores dos aminoácidos estão expressos na base seca em g/100g.

<sup>a</sup>N = número de dados do ILSI utilizados no cálculo da média.

EPM = erro padrão da média.

Tabela 25 - Análise de perfil de gorduras de amostras de grãos de híbrido de milho GM (Maximus Bt11xGA21) e híbrido de milho convencional isogênico (Maximus Convencional) em Uberlândia, MG e Ituiutaba, MG, safra 2008/2009.

Tratamentos	Estatística	Ácido palmítico (16:0)	Ácido esteárico (18:0)	Ácido oléico (18:1)	Ácido linoléico (18:2)	Ácido linolênico (18:3)	Ácido Araquídico (20:0)
Maximus Bt11xGA21	Média	0,69	0,09	1,54	2,31	0,08	0,03
	Intervalo	0,6-0,756	0,058-0,111	1,282-1,729	1,986-2,553	0,055-0,094	0,023-0,038
Maximus Convencional	Média	0,69	0,10	1,52	2,22	0,06	0,03
	Intervalo	0,604-0,751	0,067-0,131	1,248-1,732	1,728-2,604	0,03-0,074	0,011-0,036
ANOVA(F-teste) e Erro Padrão da Média	P	0,96	0,44	0,86	0,38	<b>0,02</b>	0,10
	EPM	0,02	0,07	0,09	0,01	0,00	0,00
	CV	6,89	40,40	7,77	7,50	21,76	22,56
ILSI(2010)	Média	1,15	0,18	2,57	5,77	0,12	0,04
	Intervalo	0,79 - 2,071	0,102 - 0,34	1,74 - 4,02	3,62 - 6,65	0,017 - 0,225	0,0279 - 0,0965
	N	1303,00	1303,00	1303,00	1303,00	1303,00	965,00

Os resultados significativamente diferentes ( $p < 0,05$ ) estão apresentados em negrito e itálico.

Os valores estão expressos em g/100g na base seca.

<sup>a</sup>N = número de dados do ILSI utilizados no cálculo da média.

EPM = erro padrão da média.



## 5 DISCUSSÃO

Para todos os caracteres avaliados em forragem e grãos, a grande maioria dos resultados da composição nutricional não diferiu estatisticamente. Resultado este esperado, uma vez que o híbrido GM precisa ser substancialmente equivalente ao convencional, cultura a qual já possui um histórico de segurança para o consumo.

Os estudos de equivalência nutricional fazem parte das exigências de inúmeras agências reguladoras no mundo. Muitos trabalhos demonstram que os resultados obtidos neste trabalho eram esperados. E os resultados aqui obtidos são semelhantes àqueles apresentados para a aprovação comercial de eventos GM à Comissão Nacional em Biossegurança (CTNBio).

No Brasil, os eventos estudados neste trabalho foram aprovados para a comercialização pela CTNBio. E na análise desses milhos GM a CTNBio concluiu-se que o milho geneticamente modificado quando comparado com seu convencional não apresentou diferenças significativas, mostrando sua equivalência Nutricional (CTNBIO, 2008a, 2008b, 2009a, 2009b, 2010).

Souza (2013) também observou que, na média geral, os valores de matéria mineral, de proteína bruta e de fibra em detergente ácido não diferiram ( $P>0,05$ ) entre os diferentes híbridos avaliados, independente da biotecnologia.

Estudos realizados com várias culturas como soja, algodão, canola, milho e beterraba, demonstram que a inserção do gene *cp4 epsps* e a expressão da proteína CP4 EPSPS tolerante ao glifosato não alteram os níveis de nutrientes, onde os valores para todos os componentes bioquímicos avaliados foram similares aos valores do controle convencional ou estiveram dentro da faixa observada para variedades convencionais (NICKSON; HAMMOND, 2002; PADGETTE et al., 1996; RIDLEY et al., 2002; TAYLOR; FUCHS; MACDONALD, 1999).

Estudos em que animais foram alimentados com milho contendo a proteína Cry1Ab (evento MON810) indicaram a equivalência do valor nutricional e eficiência de produção desses animais quando comparados com a variedade convencional (TAYLOR et al., 2003a, 2003b, 2005; TAYLOR; STANISIEWSKI; RIORDAN, 2004).

Neste estudo, podemos observar também que o piramidado, Bt11xGA21xMIR162, possui resultados semelhantes aos milhos que possuem características individuais. Podendo inferir que o estudo do milho “stack”, que contém todas as características em sua combinação é tão ou mais informativo que os milhos com características individuais (RIDLEY et al., 2011). Harrigan et al. (2010) também observaram que produtos derivados de uma única tecnologia contribuem minimamente na variação da composição e esta mesma observação pode se estender ao “stack”.

A maioria das médias da composição nutricional dos híbridos que compõem este estudo, estão dentro da variação natural da cultura do milho reportada no banco de dados do ILSI para a cultura do milho. Para os caracteres que não se encontravam dentro dessas variações, observou-se que o comportamento se repetiu tanto para o GM como para o isogênico convencional, por isso não se pode concluir que essa diferença foi decorrente da inserção do gene.

Desde 1996, o ILSI (*International Life Sciences Institute*) vem desenvolvendo bancos de dados para que sirvam de base para a avaliação da equivalência do GM para com o seu equivalente convencional (VASCONCELOS; CARNEIRO; VALICENTE, 2011). Os órgãos reguladores vêm utilizando esse banco de dados como base para comparações das médias das culturas GM em avaliação para a aprovação comercial (CTNBIO, 2009b).

## **6 CONCLUSÕES**

Nenhum padrão consistente emergiu, para sugerir que mudanças biológicas significativas na composição ou no valor nutritivo do grão e da forragem dos híbridos de milho GM Bt11, MIR162, GA21, Bt11xGA21 e Bt11xMIR162xGA21 nas amostras colhidas no Brasil, na safra 2008/2009., mostrando que os milhos GM são substancialmente equivalentes ao milho convencional.

Os níveis dos componentes avaliados neste estudo estavam em grande parte dentro da amplitude relatada para a cultura do milho segundo o ILSI (2010), e demonstrando que os milhos GM aqui relatados são substancialmente equivalentes em composição nutritiva ao respectivo híbrido isogênico convencional.





## REFERÊNCIAS

BERMAN, K. H. et al. Compositional equivalence of insect-protected glyphosate-tolerant soybean MON 87701 × MON 89788 to conventional soybean extends across different world regions and multiple growing seasons. **Journal of Agriculture and Food Chemistry**, Easton, v. 59, n. 21, p. 11643-11643, Nov. 2011.

BROOKES, G.; BARFOOT, P. **Global impact of biotech crops: environmental effects, 1996-2009**, GM crops 2. 2011. Disponível em: <<http://www.landesbioscience.com/journal/gmcrops/>>. Acesso em: 10 ago. 2013.

COMISSÃO NACIONAL EM BIOSSEGURANÇA. **Parecer técnico nº 1255/2008**: liberação comercial de milho geneticamente modificado resistente a insetos evento BT 11: processo 01200.002109/2000-04. 2008a. Disponível em: <<http://ctnbio.mcti.gov.br/liberacao-comercial>>. Acesso em: 10 ago. 2013.

COMISSÃO NACIONAL EM BIOSSEGURANÇA. **Parecer técnico nº 1597/2008**: liberação comercial de milho geneticamente modificado tolerante ao glifosato, milho GA21, evento GA21: processo nº 01200.000062/2006-21. 2008b. Disponível em: <<http://ctnbio.mcti.gov.br/liberacao-comercial>>. Acesso em: 10 ago. 2013.

COMISSÃO NACIONAL EM BIOSSEGURANÇA. **Parecer técnico nº 2040/2009**: liberação comercial de milho geneticamente modificado para resistência a insetos e tolerância a herbicida, milho Bt11 x GA21: processo nº 01200.000925/2009-11. 2009a. Disponível em: <<http://ctnbio.mcti.gov.br/liberacao-comercial>>. Acesso em: 10 ago. 2013.

COMISSÃO NACIONAL EM BIOSSEGURANÇA. **Parecer técnico nº 2042/2009**: liberação comercial de milho geneticamente modificado resistente a insetos, milho MIR 162: processo nº 01200.007493/2007-08. 2009b. Disponível em: <<http://ctnbio.mcti.gov.br/liberacao-comercial>>. Acesso em: 10 ago. 2013.

COMISSÃO NACIONAL EM BIOSSEGURANÇA. **Parecer técnico nº 2722/2010**: liberação comercial de milho geneticamente modificado resistente a insetos e tolerante a herbicidas, milho Bt11xMIR162XGA21: processo nº 01200.005038/2009-21. 2010. Disponível em: <<http://ctnbio.mcti.gov.br/liberacao-comercial>>. Acesso em: 10 ago. 2013.

EENENNAAM, A. L. van; YOUNG, A. E. Prevalence and impacts of genetically engineered feedstuffs on livestock populations. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 92, p. 4255-4278, Nov. 2014.

EUROPEAN ASSOCIATION FOR BIOINDUSTRIES SAFETY  
ASSESSMENT OF GM CROPS. **Document 1.1, substantial equivalence:**  
maize. 2003. Disponível em:  
<[http://www.europabio.org/pages/eu\\_workgroups\\_detail.asp?wo\\_id=14](http://www.europabio.org/pages/eu_workgroups_detail.asp?wo_id=14)>.  
Acesso em: 10 mar. 2014.

FOOD STANDARDS AGENCY. **Task force on the burdens of food regulations on small food businesses**. London, 2001. Disponível em:  
<<http://tna.europarchive.org/20110208101042/http://www.food.gov.uk/consultations/ukwideconsults/2000/taskforceregburdens?view=printerfriendly>>. Acesso em: 10 mar. 2016.

HARRIGAN, G. G. et al. Natural variation in crop composition and the impact of transgenesis. **Nature Biotechnology**, London, v. 28, n. 5, p. 402-404, May 2010.

HARRIGAN, G. G.; HARRISON, J. M. Assessing compositional variability through graphical analysis and Bayesian statistical approaches: case studies on transgenic crops. **Biotechnology & Genetic Engineering Reviews**, Newcastle Upon Tyne, v. 28, p. 15-32, 2012.

HARRISON, J. M. et al. Bayesian statistical approaches to compositional analyses of transgenic crops 2: application and validation of informative prior distributions. **Regulatory Toxicology and Pharmacology**, Duluth, v. 65, n. 2, p. 251-258, Mar. 2013a.

HARRISON, J. M. et al. Principal variance component analysis of crop composition data: a case study on herbicide-tolerant cotton. **Journal of the Agriculture and Food Chemistry**, Easton, v. 61, n. 26, p. 6412-6422, July 2013b.

HERMAN, R. A.; PRICE, W. D. Unintended compositional changes in genetically modified (GM) crops: 20 years of research. **Journal of Agriculture and Food Chemistry**, Easton, v. 61, n. 48, p. 11695-11701, Dec. 2013.

HÖFTE, H.; WHITELEY, H. R. Insecticidal crystal proteins of *Bacillus thuringiensis*. **Microbiological Reviews**, Washington, v. 53, p. 242-255, 1989.

INTERNATIONAL LIFE SCIENCES INSTITUTE. **International life institute crop composition database**. Version 4.2. 2010. Disponível em: <<http://www.cropcomposition.org>>. Acesso em: 10 mar. 2015.

INTERNATIONAL SERVICE FOR THE ACQUISITION OF AGRIBIOTECH APLICACIONES. **ISAAA Brief 49-2014**. 2014. Disponível em: <<http://www.isaaa.org>>. Acesso em: 28 out. 2015.

KRAMER, C. et al. Evolution of risk assessment strategies for food and feed uses of stacked GM events. **Plant Biotechnology Journal**, Oxford, 2016. Disponível em: <<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/pbi.12551/full>>. Acesso em: 10 mar. 2016.

LEBRUN, M.; LEROUX, B.; SAILLAND, A. **Chimeric gene for the transformation of plants**. US Patent 5510471, 23 Apr. 1996. Disponível em: <<http://www.freepatentsonline.com/5510471.html>>. Acesso em: 24 set. 2012.

MELIN, B. E.; COZZI, E. M. Safety to non target invertebrates of lepidopterean strains of *Bacillus thuringiensis* and their beta-exotoxins. In: LAIRD, M. et al. (Ed.). **Safety of microbial insecticides**. Boca Raton: CRC, 1990. p. 149-168.

NATIONAL CENTER FOR BIOTECHNOLOGY INFORMATION. **Entrez® protein database**. Bethesda: National Center for Biotechnology Information, National Library of Medicine, National Institutes of Health, 2010. Disponível em: <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/entrez/query.fcgi?db=Protein>>. Acesso em: 10 abr. 2010.

NICKSON, T.; HAMMOND, B. Case Study: canola tolerant to Roundup herbicide: an assessment of its substantial equivalence compared to nonmodified canola. In: ATHERTIB, K. (Ed.). **Genetically modified crops**. Assessing Safety: Taylor and Francis, 2002. chap. 7.

ORGANIZATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT. **Consensus document on compositional considerations for new varieties of maize (*Zea mays*): key food and feed nutrients, anti-nutrients and secondary plant metabolites**. Paris, 2002. 41 p. (Series on the Safety of Novel Foods and Feeds, 6).

PADGETTE, S. R. et al. New weed control opportunities. In: \_\_\_\_\_. **Development of soybeans with a Roundup Ready™ gene**. Boca Raton: CRC, 1996. v. 4, p. 54-84.

PATERNIANI, E. Importância do milho na agroindústria. In: OSUNA, J. A.; MORO, J. R. (Ed.). **Produção e melhoramento do milho**. Jaboticabal: FUNEP, 1995. p. 125-154.

RIDLEY, W. P. et al. Comparison of the nutritional profile of glyphosate-tolerant corn event NK603 with that of conventional corn (*Zea mays* L.). **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Easton, v. 50, n. 25, p. 7235-7243, Dec. 2002.

RIDLEY, W. P. et al. Evaluation of compositional equivalence for multitrait biotechnology crops. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Easton, v. 59, n. 11, p. 5865-5876, 2011.

SOUZA, M. P. **Avaliação de híbridos de milho transgênicos e convencionais para silagem**. 2013. 49 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Estadual do Centro-Oeste, Guarapuava, 2013.

SPENCER, T. M.; MUMM, R.; GWYN, J. **Glyphosate resistant maize lines**. US Patent 6040497, 21 Mar. 2000. Disponível em: <<http://www.freepatentsonline.com/6040497.html>>. Acesso em: 24 set. 2012.

TAYLOR, M. L. et al. Comparison of broiler performance when fed diets containing corn grain with insect-protected (corn rootworm and European corn borer) and herbicide-tolerant (glyphosate) traits, control corn, or commercial reference corn-revisited. **Poultry Science**, Champaign, v. 84, n. 12, p. 1893-1899, 2005.

TAYLOR, M. L. et al. Comparison of broiler performance when fed diets containing grain from Roundup Ready (NK603), YieldGard x Roundup Ready (MON 810 x NK603), non-transgenic control, or commercial corn. **Poultry Science**, Champaign, v. 82, n. 3, p. 443-453, Mar. 2003a.

TAYLOR, M. L. et al. Comparison of broiler performance when fed diets containing grain from YieldGard (MON810), YieldGard x Roundup Ready (GA21), nontransgenic control, or commercial corn. **Poultry Science**, Champaign, v. 82, n. 5, p. 823-830, May 2003b.

TAYLOR, M. L.; STANISIEWSKI, E. P.; RIORDAN, S. G. Comparison of broiler performance when fed diets containing roundup ready (event RT73), nontransgenic control, or commercial canola meal. **Poultry Science**, Champaign, v. 83, p. 456-461, 2004.

TAYLOR, N. et al. Compositional analysis of glyphosate-tolerant soybeans treated with glyphosate. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Easton, v. 47, n. 10, p. 4469-4473, 1999.

VASCONCELOS, M. J. V.; CARNEIRO, A. A.; VALICENTE, F. H. Biossegurança de plantas geneticamente modificadas. In: BORÉM, A.; ALMEIDA, G. D. de (Ed.). **Plantas geneticamente modificadas: desafios e oportunidades para regiões tropicais**. Visconde do Rio Branco: Suprema, 2011. p. 159-177.

VENKATESH, T. V. et al. Compositional differences between near-isogenic GM and conventional maize hybrids are associated with backcrossing practices in conventional breeding. **Plant Biotechnology Journal**, Oxford, v. 13, p. 200-210, 2014.

ZHOU, J. et al. Compositional variability in conventional and glyphosate-tolerant soybean (*Glycine max* L.) varieties grown in different regions in Brazil. **Journal of Agriculture and Food Chemistry**, Easton, v. 59, n. 21, p. 11652-11656, Nov. 2011a.

ZHOU, J. et al. Stability in the composition equivalence of grain from insect-protected maize and seed from glyphosate-tolerant soybean to conventional counterparts over multiple seasons, locations, and breeding germplasms. **Journal of Agriculture and Food Chemistry**, Easton, v. 59, n. 16, p. 8822-8828, Aug. 2011b.