LUMEN ET VIRTUS
ISSN: 2177-2789

CULTIVARES E CARACTERÍSTICAS DO GRÃO DE MILHO

https://doi.org/10.56238/levv15n43-111

Data de submissão: 24/11/2024 **Data de publicação:** 24/12/2024

Angelo Herbet Moreira Arcanjo
Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais, EPAMIG – Oeste, Campo Experimental Getúlio Vargas, Uberaba, MG, Brasil
E-mail: angelo.arcanjo@epamig.br

Gabriela de Paula Cunha
Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais, EPAMIG – Oeste, Campo Experimental Getúlio Vargas, Uberaba, MG, Brasil
E-mail: gabrieladpcunha@gmail.com

Edilane Aparecida da Silva
Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais, EPAMIG – Oeste, Campo Experimental Getúlio Vargas, Uberaba, MG, Brasil
E-mail: edilane@epamig.br

Fernando Oliveira Franco
Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais, EPAMIG – Oeste, Campo Experimental Getúlio Vargas, Uberaba, MG, Brasil
E-mail: fernandofranco@epamig.br

Jéssica Gomes Rodrigues
Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul,
Campo Grande, MS, Brasil
E-mail: jessicagr1993@outlook.com

Marislayne de Gusmão Pereira
Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul,
Campo Grande, MS, Brasil
E-mail: marislayne@outlook.com

Gustavo de Faria Theodoro
Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul,
Campo Grande, MS, Brasil
E-mail: gustavo.theodoro@ufms.br

Antônio Fagundes Neto
Departamento de Zootecnia, Instituto Federal do Triângulo Mineiro – Campus Uberaba, MG, Brasil
E-mail: antonio.fagundes@estudante.iftm.edu.br

RESUMO

O milho (*Zea mays L*) tem importância mundial como comodity por ser a principal fonte de energia utilizada na alimentação animal. A anatomia do milho e dividida em endosperma (83%), pericarpo (5%), gérmen (11%) e ponta (2%). Os grânulos de amido e a matriz de proteína do endosperma classifica o milho em dois tipos: farináceo e vítreo. A relação endosperma duro (*Flint*) e farináceo (*Dent*) define a vitreosidade de um grão de milho. Desta forma, quanto maior a vitreosidade, maior a quantidade de endosperma duro presente no grão. Hoje no mercado existem cultivares de milho específicos para a produção de grão, milho-verde, milho-doce, milho-branco (canjica), silagem, pipoca, entre outros. As cultivares variedades são altamente heterozigóticos, com maior estabilidade produtiva, tendo maior variabilidade genética, menor uniformidade no produto e baixa produtividade, causada pela baixa heterose, possuem grande rusticidade e adaptabilidade sendo indicado pra sistemas de baixa tecnologia. Os híbridos comerciais são resultantes do cruzamento entre indivíduos geneticamente distintos e homozigotos, para máxima resposta da heterose. Os híbridos simples são potencialmente produtivos e indicados para sistemas que empregam alta tecnologia. O milho híbrido transgênico é obtido pela Engenharia Genética a partir da modificação do DNA pela introdução de genes de outras espécies por meio das técnicas do DNA recombinante. A transgenia objetiva três alvos principais, que podem ser classificados como: tolerância ao herbicida; inserção de genes de resistência a insetos e doenças; e qualidade de produtos. O milho-branco é uma cultivar especial que se caracteriza por ter grão dentado e farináceo, é muito utilizado pra produção de canjica, amido (maizena), farinha e etc. O milho-pipoca é uma cultivar especial de baixa produtividade com grãos de formato arredondado, endosperma totalmente vítreo, e película fina o que permite a espação quando o grão e aquecido. O milho-verde é uma alternativa à horticultura familiar por agregar mais renda, refere-se ao milho colhido ainda em estádio leitoso, apresentando de 70 a 80% de umidade. O milho-doce e super doce também se incluem como milho-verde, difere do convencional por ser destinado a indústria de enlatados e pela presença de alelos mutantes que bloqueiam a conversão de açúcares em amido, no endosperma, conferindo o caráter doce, tornando o milho doce enrugado e translúcido quando seco. O homem selecionou e desenvolveu várias cultivares de milho com características distintas e especiais para cada sistema de cultivo e finalidade de uso. Este estudo tem como objetivo O presente trabalho tem como objetivo abordar através de uma revisão de literatura as características anatômicas e nutricionais do grão de milho e o abordar os diferentes cultivares utilizados na agricultura brasileira.

Palavras-chave: Cultivares, Cultura do milho, Endosperma, *Zea mays* L.

1 INTRODUÇÃO

O milho (*Zea mays* L.) tem grande contribuição no cenário econômico, pois apresenta diversos usos desde a alimentação animal até a indústria de alta tecnologia. Maior parte do milho cultivado no mundo, cerca de 70%, são destinados à alimentação animal e em algumas regiões ele representa ingrediente básico da culinária para alimentação humana (MÔRO; FRITSCHE-NETO, 2017).

Provavelmente foi domesticado entre 7.000 a 10.000 anos atrás, na região denominada Mesoamérica, que compreende a região que, ao norte, vai desde Tampico, no Golfo do México, até a parte meridional de Sinaloa, no Pacífico, e é limitado ao sul com Honduras e Nicarágua (MACHADO; MACHADO, 2009).

Já tinha sido distribuído pelo continente americano, antes mesmo da chegada dos europeus na América, entretanto, quando os exploradores portugueses chegaram no Brasil no Século XVI não fizeram grandes referências ao milho. Possivelmente por que as terras de baixa altitude com as quais os portugueses primeiramente fizeram contato e fixaram-se, eram mais propícias à cultura da batata-doce e mandioca e o milho assumiria um papel secundário por ser uma cultura de terras de altitude e clima mais fresco (FERRÃO, 2013).

Hoje o milho é uma das principais culturas agrícolas cultivadas no Brasil, sendo cultivado desde em sistemas de agricultura familiar, com baixa tecnologia, baixo investimento e com predominância de lavouras de até 10 ha; a sistemas empresariais com alta tecnologia, alto investimento que visam produções acima de 6 $t.ha^{-1}$. Na agricultura industrial prevalece o cultivo de sementes melhoradas, de híbridos simples e triplos, e na agricultura familiar cerca de 50% do produtores usam sementes melhoradas (MIRANDA; GALVÃO; SANTOS, 2007).

O presente trabalho tem como objetivo abordar através de uma revisão de literatura as características anatômicas e nutricionais do grão de milho e o abordar os diferentes cultivares utilizados na agricultura brasileira.

2 CARACTERÍSTICAS ESTRUTURAIS E NUTRICIONAIS DO GRÃO DE MILHO

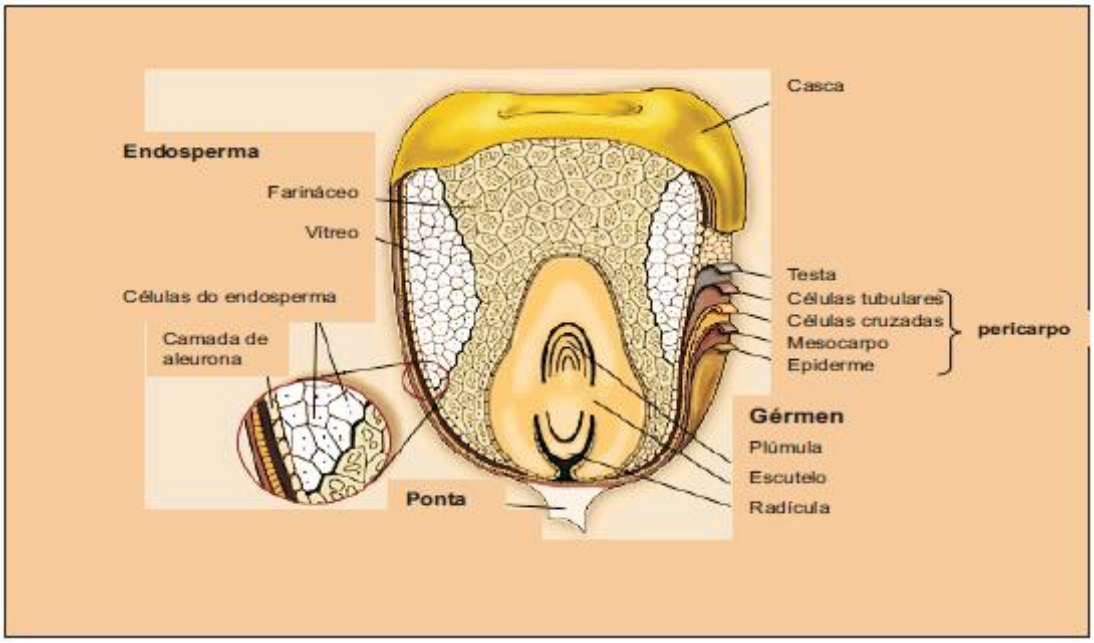
O milho tem importância mundial como comódite por ser a principal fonte de energia utilizada na alimentação animal, principalmente na criação intensiva de aves, suínos e bovinos (MÔRO; FRITSCHE-NETO, 2017). De acordo com as principais tabelas brasileiras de exigências de nutrição animal (VALADARES FILHO *et al*., 2016; ROSTAGNO *et al*., 2017), o milho apresenta cerca de 9% de proteína bruta (PB), 13% de fibra em detergente neutro (FDN), 66% de amido, 72% de carboidratos não fibrosos (CNF) e 3.936 kcal/kg de energia bruta (EB).

A anatomia do milho e dividida em pericarpo, endosperma, gérmen e ponta (Figura 1), as quais diferem em composição química (Tabela 1) e na organização dentro do grão. O Endosperma e representa até 83% do grão, e organizado em grânulos de amido (88%), proteínas de reserva (8%) do

tipo prolaminas, chamadas zeínas, e de substâncias lipídicas e carotenoides que conferem a cor aos grãos de milho (zeaxantina, luteína, betacriptoxantina, alfa e beta carotenos). O gérmen representa 11% do grão de milho e concentra quase a totalidade dos lipídeos (óleo e vitamina E) (83%) e dos minerais (78%) do grão, além de conter quantidades importantes de proteínas (26%) e açúcares (70%).

O pericarpo e a camada protetora do milho, pode representar até 5%, e uma camada mais fribrosa e suas células são constituídas de polissacarídeos do tipo hemicelulose (67%) e celulose (23%), além de lignina (0,1%) na sua composição. A ponta e a região de ligamento do grão com sabuco, e representa cerca de 2%, não e coberta pelo pericarpo e é formada basicamente por compostos lignocelulósico (PAES, 2006).

Figura 1. Anatomia do grão de milho e suas partes.



Fonte: Adaptado de Britannica (2006); citado por Paes (2006).

Com base na distribuição dos grânulos de amido e da matriz de proteína, o endosperma do milho é classificado em dois tipos: farináceo e vítreo. No primeiro, os grânulos de amido são arredondados e estão dispersos, não havendo matriz proteica circundando essas estruturas, o que resulta em espaços vagos durante o processo de secagem do grão, a partir dos espaços onde antes era ocupado pela água, durante o desenvolvimento do grão. Por outro lado, no endosperma vítreo, a matriz proteica é densa, com corpos proteicos estruturados, que circundam os grânulos de amido de formato poligonal, não permitindo espaços entre estas estruturas (PAES, 2006).

Os principais híbridos de milhos comercializados no Brasil são do tipo duto (*Flint*) que apresenta endosperma vítreo e com amido de menor digestibilidade, o que diminui a ação enzimas digestivas e microbianas. A relação endosperma duro (*Flint*) e farináceo (*Dent*) define a vitreosidade de um grão de milho. Desta forma, quanto maior a vitreosidade, maior a quantidade de endosperma duro presente no grão (CORREA *et al*., 2002).

Tabela 1. Composição química média do grão maduro de milho e de seus componentes, em porcentagem (%).

Fração	Grão	Amido	Proteínas	Lipídeos	Açúcares	Cinzas
Grão inteiro	100,0	73,5	9,0	4,3	1,9	1,5
Endosperma	82,6	87,6	7,9	0,83	0,62	0,33
Embrião	11,1	8,0	18,3	33,5	10,5	10,6
Pericarpo	5,4	7,2	3,6	1,03	0,36	0,85
Ponta	0,8	5,3	9,1	3,8	1,61	1,59

Fonte: Fornacieri Filho (2007); citado por Môro; Fritsche-Neto (2017).

No mercado brasileiro de sementes, há predominância de cultivares de grãos semiduros e duros, com cerca de 54% e 25% respectivamente, e os milhos dentados apresentam somente cerca de 6%. Os milhos duros são mais resistentes ao ataque de pragas, como o caruncho ou gorgulho-do-milho (*Sitophilus zeamais*), sendo mais valorizado pela indústria chegando a ter preço melhor que o milho farináceo (FRITSSCHE-NETO; MÔRO, 2017), já que a estocagem por muito tempo em armazéns públicos e privados é típico do mercado brasileiro.

Na estrutura do milho dentado (Figura 1) o endosperma farináceo fica na parte central do grão, entre a ponta e o extremo superior (onde forma-se a característica de dentição após a secagem do grão); nas laterais dessa faixa no verso do grão fica o endosperma vítreo. E na estrutura do milho duro o grão possui volume contínuo de endosperma vítreo, que resulta em grãos lisos e mais arredondados, com uma aparência dura e vítrea (FRITSSCHE-NETO; MÔRO, 2017).

Contudo, o grão de milho duro acaba tendo baixa digestibilidade, entretanto, existe técnicas de processamento como a moagem, a peletização, a laminação e a floculação, que melhoram a digestibilidade do grão e do amido.

3 CULTIVARES DE MILHO

A migração do milho a partir da Mesoamérica para o restante da América deu origem a uma grande diversidade de raças, bem como possibilitou a sua adaptação a diversas condições ecológicas. Adaptou-se bem as várias regiões do continente americano, sendo cultivado em climas que vão desde regiões equatoriais até regiões subárticas, bem como em zonas extremamente áridas (MACHADO; MACHADO, 2009).

Ainda não foi encontrada a forma silvestre do milho e as atuais plantas existentes são fruto de hibridações sucessivas com plantas locais, à medida que a planta ia multiplicando-se pela América, antes mesmo da chegada dos Europeus (FERRÃO, 2013). Tornando-se a espécie vegetal com maior grau de domesticação, sendo tão alto, que hoje essa espécie não sobrevive sem os cuidados do homem (NASS; PATERNIANI, 2005).

O milho é uma planta monoica, com produção de pólen nas anteras do pendão e estilo-estigmas nas espigas, caracterizando órgãos masculino e feminino, separados na mesma planta. Não existem plantas macho e fêmea de milho. Apenas, quando se pretende fazer um determinado cruzamento específico, convencionou-se chamar de macho a planta que ficou com o pendão para fornecer pólen, e

de fêmea a que teve o pendão arrancado, pois receberá pólen de outra planta (MACHADO; MACHADO, 2009).

Hoje no mercado existem cultivares de milho específicos para a produção de grão, milho-verde, milho-doce, milho-branco (canjica), silagem, pipoca e etc., o que amplia as chances do sucesso do empreendimento devido a otimização de vantagens específicas (MIRANDA; GALVÃO; SANTOS, 2007b).

3.1 VARIEDADES

São conhecidos como variedade ou de polinização aberta, deve-se a esse nome por serem obtidos através de acasalamentos ao acaso, através da livre polinização. Tornando-se altamente heterozigóticos, com maior estabilidade produtiva, tendo maior variabilidade genética, menor uniformidade no produto e baixa produtividade, causada pela da baixa heterose (FRITSSCHE-NETO; MÔRO, 2017).

As variedades de milho são de populações melhoradas possuindo grande rusticidade e adaptabilidade. Geralmente, as variedades são mais adaptadas a sistemas de cultivos que empregam baixa a média quantidade de insumos e suas sementes podem ser multiplicadas (MIRANDA; GALVÃO; SANTOS, 2007b).

De acordo com MACHADO; MACHADO (2009) as variedades de milho podem ser classificadas em cinco tipos:

Variedades tradicionais: são variedades que veem sendo manejadas por processos de seleção humana natural, em um mesmo agroecossistema por pelo menos três gerações familiares (avô, pai e filho), em que são incorporados valores históricos que passam a fazer parte das tradições locais. São adaptadas aos ambientes onde são cultivadas e também aos sistemas de cultivo adotados pelos agricultores que incorporam valores sociais e culturais a partir da sua percepção.

Variedades tradicionais antigas: mesma definição anterior; mas, nesse caso, são variedades, principalmente, de centros primários e secundários de origem, que estão sendo selecionadas por um longo tempo acima de dez gerações familiares.

Variedades locais: são variedades ou populações que estão sob contínuo manejo pelos agricultores a partir de ciclos dinâmicos de cultivo e seleção (não necessariamente) dentro de ambientes agroecológicos e socioeconômicos específicos. São necessários pelo menos cinco ciclos de cultivo para que uma variedade se torne local.

Variedades modernas e ou melhoradas: são variedades que têm sido melhoradas ou selecionadas utilizando-se métodos científicos para aspectos como alta produção, baixa estatura, resposta a fertilizantes, entre outros. Os métodos de seleção podem ser convencionais e centralizados e ou participativos e descentralizados. As variedades tradicionais, crioulas ou locais podem tornar-se

modernas e ou melhoradas e o inverso também pode ocorrer, desde que não haja inserção de genes de outras espécies.

Variedades crioulas: termo espanhol utilizado principalmente para variedades tradicionais, mas que pode ser adotado para variedades locais em determinadas situações, como, por exemplo, para aquelas variedades introduzidas em comunidades por menos de 20 anos.

MACHADO *et al*. (2002) avaliaram variedades locais e variedades melhoradas que melhor se adaptariam a sistemas de agricultura familiar nos Estados do Rio de Janeiro e Espirito Santo. Esses autores observaram produtividades bem altas, nos diferentes ensaios, para variedades melhoradas e locais. E ainda relatam a importância das variedades locais nos processos adaptativos de germoplasma do milho e que o melhoramento participativo com comunidades agrícolas pode contribuir na seleção de variedades tolerantes aos estresses abióticos.

VIEIRA; GUERRA; BARBOSA. (2016) caracterizando variedades crioulas de milho coletadas no estado de Santa Catarina para que possa contribuir em programas de melhoramento genético, observaram que a grande maioria eram de milhos dentados e semidentados (53,4 e 33,3%, respectivamente). E que a produtividade média das variedades crioulas foi bem inferior as variedades melhoradas Catarina e Fortuna (2.709, 6.171 e 5.896 kg/ha, respectivamente).

Esses autores sugerem que o uso das variedades crioulas em programas de melhoramento deve ser realizado com cautela, uma vez que há risco de redução drástica na produtividade de grãos nas populações segregantes. E que essas variedades crioulas apresentam potencial em programas de pré-melhoramento que incluam hibridizações entre os milhos tradicionais com valor agregado, com contribuição a adaptabilidade as condições locais.

3.2 HÍBRIDOS

Por ser uma espécie monoica, torna-se fácil a manipulação da hibridação do milho pelo homem. Através do plantio em linhas de macho (polinizador) e em linhas de fêmea (emasculadas ou despendoadas artificialmente) em proporções variáveis (1:2, 1:3, 1:4, 2:4, etc.) em campos isolados para evitar contaminação por pólen estranho (MACHADO; MACHADO, 2009).

Os híbridos comerciais são resultantes do cruzamento entre indivíduos geneticamente distintos e homozigotos, para máxima resposta da heterose (BORÉM; MIRANDA, 2013). Pode-se obter diferentes tipos de híbridos, dependendo do número de genitores empregados, altamente heterezigóticos e homogêneos (FRITCHE-NETO; MÔRO, 2017). Os híbridos, dependendo da base genética, podem ser classificados em (MIRANDA; GALVÃO; SANTOS, 2007b):

Híbrido intervarietal: cruzamento entre duas variedades;

Híbrido simples: cruzamento entre duas linhagens;

Híbrido duplo: cruzamento de dois híbridos simples;

Híbrido triplo: cruzamento de um híbrido simples com uma linhagem.

Os híbridos são desenvolvidos para sistemas que empregam alta tecnologia, o que justifica o alto investimento em sementes, fertilizantes, agrotóxicos e, em alguns casos, irrigação (MIRANDA; GALVÃO; SANTOS, 2007b). Os híbridos simples são potencialmente produtivos, chegando a ultrapassar a marca de 15.000 kg ha^{-1}, apresentam maior uniformidade de plantas e espigas, fazendo com que sua saca de semente seja bem cara. Entretanto, só tem alto vigor e produtividade na primeira geração (F1), se utilizar a segunda geração (F2) para plantio poderá haver redução de 15% a 40% da produtividade (FRITCHE-NETO; MÔRO, 2017).

FUMAGALLI *et al*. (2017) avaliando o desempenho produtivo do híbrido simples de milho Pioneer 30S31 em três espaçamentos entre fileiras (0,5; 0,7 e 0,9 m) e quatro populações de plantas por hectare (50.000, 60.000, 70.000 e 80.000) na segunda safra, após a colheita da soja. Esses autores viram que as máximas populações ótimas de plantas nos espaçamentos entre fileiras de 0,5; 0,7 e 0,9 m foram de 80.000, 64.500 e 66.860 plantas ha^{-1}, respectivamente. E que o espaçamento entre fileiras de 0,5 m com população de 80.000 plantas ha^{-1} promoveu maior produtividade de grãos (11.250 kg ha^{-1}).

KLEIN *et al*. (2018) avaliando as características agronômicas e produtivas de híbridos de milho Agroeste: AS 1551 Convencional, AS 1551 PRO 2, AS 1656 PRO 3 e AS 1596 PROX. Os autores observaram que os híbridos de milho com maior porte e ciclos mais longos (AS 1596 PROX) tendem a produzir silagem com maior participação de material fibroso, enquanto os híbridos mais precoces e de menor porte (AS 1656 PRO 3) apresentam potencial para produzir silagem com maior percentual de espiga e de grãos. Além disso, os autores relatam que híbridos de milho com menor proporção de material senescente (AS 1656 PRO 3) no momento da colheita simplificam o manejo no processo de ensilagem, por facilitar e melhorar a compactação do material a ser ensilado, e proporcionar melhor fermentação láctica para manutenção do valor nutritivo da silagem.

A qualidade nutricional da planta e do grão de milho reflete diretamente no desempenho animal, uma característica predominante dos híbridos de milho para confecção de silagem é apresentarem grãos dentados.

NEUMANN *et al*. (2017) avaliando o desempenho de novilhos ½ sangue Angus confinado e com a 50% de inclusão de silagem de milho, os autores observaram que a silagem de milho do híbrido LG6030 PRO, comparativamente ao híbrido P30B39 H, foi mais digestível (72,92% contra 70,52%), gerando melhor conversão alimentar (6,11 contra 7,81 kg de MS kg de ganho de $peso^{-1}$).

Segundo os autores os dois materiais foram colhidos e ensilados no mesmo estádio (reprodutivo R5), sendo observado maior teor de matéria seca no híbrido LG6030 PRO em relação ao híbrido LG6030 PRO (40,19% contra 37,66%, respectivamente), dada a maior precocidade do primeiro

material e, que a silagem do híbrido LG6030 PRO apresentava maiores teores de NDT e PB (71,07 e 5,83%, respectivamente) em relação a silagem do híbrido P30B39 H (70,56 e 4,96%, respectivamente).

3.3 TRANSGÊNICOS

O milho híbrido transgênico é obtido pela Engenharia Genética a partir da modificação do DNA pela introdução de genes de outras espécies por meio das técnicas do DNA recombinante. Atualmente, essas técnicas de transgenia objetivam três alvos principais, que podem ser classificados como: tolerância ao herbicida; inserção de genes de resistência a insetos e doenças; e qualidade de produtos. Além desses objetivos, essas técnicas podem ser usadas também para a formação de matéria prima de usos não comestíveis, como para a produção de plásticos, espermicidas, entre outros (MACHADO; MACHADO, 2009).

A elaboração de uma planta transgênica é necessária o isolamento dos genes de interesse, através do desenvolvimento de uma biblioteca genômica e uso de sondas pra recolhimento desses genes. Esse processo se baseia na tecnologia do DNA recombinante, que foi desenvolvido após a descoberta das enzimas restrição, DNA ligase, vetores de clonagem e métodos de transformação de bactérias (ALMEIDA; SALGADO; BORÉM 2011). Posteriormente é realizado a etapa de transferência de genes de interesse para a espécie vegetal, que tem sido possível por dois métodos (MORAIS; BORÉM, 2017):

Método indireto: que e a transformação por vetor biológico via *Agrobacterium*, que inclui três etapas. A primeira etapa, é necessário obter linhagens desarmadas por meio de processo de recombinação. Na segunda etapa, é necessário construir um vetor que contenha em seu T-DNA os genes de interesse. Na terceira etapa, o vetor binário deverá ser transferido para a linhagem desarmada de *Agrobacterium*, através do método de conjugação triparental, eletroporação ou choque térmico.

Método direto: é realizado por biobalística, que é um método físico que consiste na aceleração de micropartículas de ouro ou tungstênio que atravessa a parede celular e a membrana plasmática, carreando o DNA para o interior da célula. O processo ocorre sob vácuo, para evitar danos a célula e para manter a velocidade das micropartículas (1.500 km/h). Assim, o DNA impregnado sob as partículas é dissociado das micropartícolas pela ação do líquido celular e se integra ao genoma do organismo de forma aleatória.

Tanto para o método direto como o indireto, é necessário a regeneração *in vitro* das plantas geneticamente modificadas. Sendo utilizado os marcadores de seleção, que são genes que se ligam ao gene de interesse, permitindo o crescimento somente das células transformadas (MORAIS; BORÉM, 2017).

Para o desenvolvimento de cultivares transgênicos, geralmente são utilizados híbridos simples e triplos, devendo-se ser empregado alto nível tecnológico na cultura. Além disso deve-se ser

empregado a recomendação de área de refúgio, para o milho *Bt*, com híbridos comuns que pode variar de 5 a 20% da área plantada, para que não haja seleção de lagartas resistentes ao material genético. E no caso do milho resistente a herbicidas, realizar rotação de culturas para que não haja seleção de ervas daninhas resistentes ao herbicida (FRITCHE-NETO; MÔRO, 2017).

Os principais híbridos disponibilizados no mercado brasileiro são relacionados a resistência lagartas (TC 1502, marca Hercules I®; MON 810, marca registrada YieldGard VT PRO®; Bt11 Agrisusure TL®; e MIR 162, TL VIP®) e tolerância a herbicidas (Roundup Ready®, GA 21-TG e o TC 1502, marca Hercules I®) (FRITCHE-NETO; MÔRO, 2017). O primeiro hibrido transgênico de milho (MON810, YieldGard) foi aprovado para cultivo no Brasil em 2007, e já tinha sido aprovado nos EUA em 1996 (MORAIS; BORÉM, 2017). Na safra brasileira de 2008/2009 representava cerca de 1,2% (170.000 ha) da área total plantada de milho naquele período e, na safra de 2015/2016 os híbridos transgênicos passaram a representar 95,2% (18,5 milhões de ha) (CÉLERES, 2016).

WAQUIL; VILLELA; FOSTER. (2002) avaliaram híbridos de milho *Bt*, disponíveis no mercado americano, para resistência à lagarta-do-cartucho do milho (*Spodoptera frugiperda* Smith), dos quais nove expressam as toxinas Cry 1F, Cry 1A(b), Cry 1 A(c) e Cry 9C, além de um híbrido (MP 704 X 707) expressando resistência natural para à *S. frugiperda*. Todos avaliados em parcelas e em subparcelas foram comparados a híbridos comuns, sendo todos submetidos a infestação aos 33 dias após plantio.

Os autores observaram que a maioria dos híbridos *Bt* forma mais resistentes à *S. frugiperda* que os híbridos comuns, e, consequentemente, tiveram maior produtividade de grãos. Entres os híbridos *Bt*, os autores observaram que os que apresentavam a toxina Cry 1F se destacou como altamente resistente, o Cry 1Ab destacou-se como resistente, o Cry 1Ac destacou-se moderadamente resistente e o Cry 9C destacou-se como suscetível.

VARGAS; MORAIS, R.M.; REDAELLI. (2017) avaliaram a infestação, o parasitismo de ovos e danos da lagarta-do-cartucho, *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith), e da lagarta-da-espiga, *Helicoverpa zea* (Boddie), em cultivares de milho: variedade crioulo (Lombo Baio), híbrido convencional (Semilha S395) e híbrido geneticamente modificado (*Bt*) (TC1507 Herculex I®, Cry1F).

Os autores observaram que danos causados pela lagarta-do-cartucho foram semelhantes entre milho crioulo e convencional, os quais foram mais elevados do que no milho geneticamente modificado *Bt*. Maiores injurias foliares na variedade crioula (7,34) e no híbrido convencional (7,05), em relação ao híbrido transgênico (2,15). As posturas da lagarta--do-cartucho e largata-da-espiga não diferiram entre milho crioulo, convencional e *Bt*. E o número médio de lagartas-da-espiga por planta foi maior no milho crioulo (0,19) do que no convencional (0,12) e no milho *Bt* (0,05).

4 CULTIVARES ESPECIAIS

4.1 MILHO-BRANCO

O milho-branco é muito utilizado no Brasil para produção de canjica, amido de milho (maizena), silagem e grão. A maioria das variedades e híbridos de milho-branco são do tipo dentado e com grande característica de endosperma farináceo. Das seis variedades crioulas de milho branco encontradas por VIEIRA; GUERRA; BARBOSA NETO. (2016) no interior do Estado de Santa Catarina, três eram de milhos dentados, dois de milhos semidentado e um de milho opaco.

No México o milho-branco é mais cultivado que o milho-amarelo, deve-se ao fato do foco da produção de milho ser destinada a produção de alimentos para a população humana. A culinária mexicana tem vário pratos que tem o milho como ingrediente como: as tortilhas, flocos de milho, farinha de milho, etc. Nos EUA a produção de milho para a alimentação humana é cerca de 3%, menos de 1% e de milho branco, mas a área plantada de milho branco tem crescido devido ao crescente aumento da população latina, em especial a mexicana (AGMRC, 2018).

O milho branco e pouco cultivado no Brasil, as áreas plantadas ocorrem de forma isolada, sendo o Paraná principal estado produtor, seguidos por Minas Gerais e Santa Catarina (SOUZA *et al*., 2009). A produção e destinada principalmente a produção de canjica e sua comercialização é mais concentrada nos meses de festas juninas e com maior ênfase na Região Nordeste. A canjica é obtida retirando-se o gérmen, usado na extração do óleo, e a película externa do grão. Após essas operações, os grãos são polidos para a retirada do pó, lavados, secados e embalados (PEREIRA FILHO; CRUZ, 2011).

Na região do entorno do município de Barbacena, Minas Gerais, é tradição dos agricultores familiares plantar uma variedade de milho-branco chamada de *milho-branco de Barbacena* ou de *milho-dente-de-cavalo*. Esse o milho branco é tradicionalmente usado pelos agricultores, seja em seus próprios alimentos como da farinha de milho, fubá, maizena e canjica, ou para obter silagem e ração para aves e porcos (SOUZA *et al*., 2009).

No sul do Estado do Mato Grosso do Sul os índios da etnia Guarani- Kaiowá cultivam uma variedade natural antiga chamada de *milho-saboró-branco* ou *avatí moroti* (em guarani). Na mitologia Kaiowá o *milho-saboró* e considera um alimento sagrado, sendo utilizado na alimentação e produção da chicha uma bebida alcoólica utilizada em rituais religiosos. Essa variedade de milho indígena corre grande risco de extinção, já que os Guaranis-Kaiowás perderam grande parte da sua terra ancestral. Os que estão em territórios demarcados e em demarcação ainda tem o risco do cruzamento com híbridos transgênicos plantados em latifúndios em torno das aldeias, além da perda da sua tradição pelos índios que se mudam para centros urbanos (HOFFMANN, 2017).

A Embrapa Clima Temperado desenvolveu uma variedade de milho-branco chamada de BRS 015 Farináceo Branco, que é oriunda de acesso coletado em São José do Norte, ainda na década de 1990, da população original, denominada *branco açorianos*. Entre 2003 e 2008, a Embrapa Clima

Temperado selecionou mais de cem progênies (descendentes) que, combinadas, deram origem à variedade (EMBRAPA. 2019).

De acordo com EICHOLZ *et al*. (2018) a cultivar BRS 015 de grãos brancos e farináceos possui maior rendimento de moinho, o amido (maizena) possui coloração branca como a do trigo, apresenta endosperma totalmente farináceo dando maior rendimento de amido (40%) que as convencionais, sendo indicado para produção de bolos e pães destinados a pessoas intolerantes e alérgicos ao glúten.

O IAPAR (INSTITUTO AGRONÔMICO DO PARANÁ) desenvolveu o milho-branco IPR 127 que é um híbrido simples, de alta produtividade (até 9.000 kg ha^{-1}), com espigas bem empalhadas e de ciclo precoce. O milho-branco IPR 127 produz grãos duros, com baixo índice de ardidos e alto rendimento industrial na produção de canjica, fubá, farinha e amido (IAPAR, 2019).

4.2 MILHO-PIPOCA

A cultura do milho-pipoca tem grande potencial na agricultura brasileira, seu cultivo tem crescido e o preço do grão é superior ao do convencional, entretanto, sua produtividade e menos da metade do convencional. A demanda brasileira para milho-pipoca e de 65.000 a 70.000 t, cerca de 15.000 a 20.000 t são importadas, principalmente da Argentina e EUA (MIRANDA; GALVÃO; SANTOS, 2007c).

O milho-pipoca é plantado em pequenas áreas e principalmente por pequenos produtores, com exceção de alguns poucos grandes produtores empresariais que utilizam a irrigação para ter o produto sempre em oferta, atendendo às demandas de cerealistas que empacotam e disponibilizam o produto no comércio (PEREIRA FILHO *et al*., 2020b). A maioria dos pequenos produtores utilizam sementes próprias de variedades locais ou de gerações avançadas de híbridos estadunidenses. E os agricultores industriais, utilizam sementes de cultivares nacionais melhorados ou híbridos importados (MIRANDA; GALVÃO; SANTOS, 2007c).

Os grãos do milho-pipoca se diferenciam dos milhos convencionais (dentado e duro) por apresentarem pericarpo mais espesso, com endosperma predominantemente vítreo, são de menor tamanho e formato arredondado (FRISTSCHE-NETO; MÔRO, 2017). O grão ainda apresenta a capacidade de expansão, em razão de sua capsula que envolve o endosperma ser fina.

A película do milho-pipoca funciona como uma espécie de parede rígida, que se rompe com a pressão interna por causa do calor que é transferido para o interior do grão. Essa película e três vezes mais eficiente no milho-pipoca que no milho convencional, devido a distribuição de forma retangular, formando um arranjo típico de cristal, das fibras de celulose que formam o milho-pipoca. Enquanto no milho convencional elas se organizam de modo amorfo (MIRANDA; GALVÃO; SANTOS, 2007c).

A dureza do pericarpo do milho-pipoca e tão intensa que a pressão necessária para estourar o grão é da ordem de 9 $kg.cm^{-2}$, enquanto para estourar um pneu de automóvel e de 6 $kg.cm^{-2}$. A

capacidade de expansão acaba sendo a característica mais importante que a produtividade do milho-pipoca em comparação ao milho convencional (MÔRO; FRISTSCHE-NETO, 2017).

4.3 MILHO-VERDE

Milho-verde refere-se ao milho colhido ainda em estádio leitoso, apresentando de 70 a 80% de umidade, aproximadamente 90 dias após a emergência das plântulas. O estádio leitoso pode ser identificado ao pressionar o grão com a ponta da unha, o grão estoura expondo o conteúdo líquido e leitoso (MIRANDA; GALVÃO; SANTOS, 2007a).

É uma alternativa viável a pequenos produtores, por alcançar preços melhores que o milho grão, principalmente na entre safra (junho a setembro), uma vez que a oferta é menor e a procura pelo produto é maior (PEREIRA FILHO; CRUZ, 2011). Além das plantas poderem serem comercializadas *in natura* ou como silagem para pecuaristas próximos a plantação.

Existem híbridos e variedades especializadas para produção de milho-verde, com características desejadas como: espigas uniformes, bem empalhadas, longas e cilíndricas, com sabucos claros e finos; grãos longos, uniformes, amarelo claros, do tipo dentado, com pericarpo fino e com equilíbrio nos teores de açúcares e amido – para confecção de pamonha, curau, bolo, etc. Além disso, as cultivares devem ser tolerante as principais doenças que atacam a espiga e prejudica a qualidade e estética da espiga (MIRANDA; GALVÃO; SANTOS, 2007a).

4.4 MILHO-DOCE

O milho-doce e super doce também se incluem como milho-verde, mas diferentemente do milho-verde convencional que é plantado por agricultores ou horticultores e vendidos direto a comerciantes e feirantes. O milho-doce é plantado e destinado a indústria de enlatados e em menor escala a produção de conserva de minimilho (MIRANDA; GALVÃO; SANTOS, 2007c; ASCHERI, 2020).

A principal diferença entre o milho-doce e o milho convencional é a presença de alelos mutantes que bloqueiam a conversão de açúcares em amido, no endosperma, conferindo o caráter doce, tornando o milho doce enrugado e translúcido quando seco (ASCHERI, 2020). Enquanto o milho convencional apresenta 3% de açúcar e 60 a 70% de amido, o milho-doce apresenta 9 a 14% de açúcar e de 30 a 35% de amido, e o milho-super-doce 25% de açúcar e 15 a 25% de amido (MIRANDA; GALVÃO; SANTOS, 2007a).

Os genes que conferem essa mutação são o gene *sugary*, no milho-doce, e o gene *brittle*, no milho-super-doce. Acredita-se que a mutação que deu origem ao milho-doce tenha ocorrido na América do Sul pré-colombiana, e as populações indígenas passaram a utilizar como fonte de açúcar.

Hoje os maiores produtores mundiais são os EUA, onde a produção se concentra no meio norte dos Estados Unidos e se estende até o sul do Canadá (PEREIRA-FILHO; CRUZ; COSTA, 2020a).

No Brasil a produção de milho-doce se concentra no Estado de Goiás, pela possibilidade de cultivo o ano todo, e quase toda a totalidade da produção e destinada a indústria de enlatados (BARBIERI *et al*., 2005). Outro produto do milho-doce é o minimilho, que é a inflorescência feminina do milho, sem a fecundação (realiza-se o despendoamento da inflorescência masculina), que apresenta sabor bem adocicado (MÔRO; FRITSCHE-NETO, 2017).

LUZ *et al*. (2014) avaliaram produtividade e rendimento de grãos de seis híbridos de milho-doce (SWC03, SWC04, SWC05, SWC06, SWC07 e SWC08) e dois de milho-verde (SWC01 e SWC02) em quatro intervalos de colheita (26, 28, 30 e 32 dias após o florescimento).

Os autores observaram que os híbridos SWC04 e SWC08 de milho-doce, apresentam as maiores produtividades de espigas com palha, produtividade e rendimento de grãos quando colhidos aos 30 dias antes do florescimento (24,38 e 22,18 t ha^{-1}; 11,70 e 10,95 t ha^{-1} e 47,96 e 49,30%, respectivamente).

5 CONCLUSÃO

A cultura do milho (*Zea mays* L.) passou por várias seleções pelo homem desde sua domesticação na Mesoamérica Pré-Colombiana até o advento da Engenharia Genética no século XX. Na qual a planta foi selecionada por características estruturais do grão, cor do grão, qualidade do amido, tamanho da planta, sabor do grão verde, rendimento de grão entre outras. O apresenta características distintas e especiais para cada sistema de cultivo e finalidade de uso.

O grão como um dos alimentos mais comuns da mesa do brasileiro, a sua geração de emprego e renda e o lugar de destaque no agronegócio Brasileiro.

REFERÊNCIAS

AGRC, AGRICULTURAL MARKETING RESOURCE CENTER. White Corn. 2018. Disponível em: <https://www.agmrc.org/commodities-products/grains-oilseeds/corn-grain/white-corn>. Acesso em: 02 de junho de 2022.

ALMEIDA, G.D.; SALGADO, C.C.; BORÉM, A. Transformação gênica: a obtenção de plantas geneticamente modificadas. In: BORÉM, A. (Ed.). Plantas geneticamente modificadas nos trópicos: desafios e oportunidades. Visconde do Rio Branco, MG. 532p. 2011.

ASCHERI, J.L.R. Árvore do conhecimento: milho-verde. Brasília, DF: Agência EMBRAPA de Informação Tecnológica, 2020. Disponível em: < https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/milho/arvore/CONT000fdyq37d002wx5a900e1ge5nd5177g.html>. Acesso em: 07 de junho de 2020.

BARBIERI, V.H.B.; LUZ, J.M.Q.; BRITO, C.H.; DUARTE, J.M.; GOMES, L.S.; SANTANA, D.G. Produtividade e rendimento industrial de híbridos de milho doce em função de espaçamento e populações de plantas. Horticultura Brasileira, Brasília, v.23, n.3, p.826-830, 2005.

BORÉM, A.; MIRANDA, G.V. Melhoramento de plantas. 6 ed., Viçosa, MG: Editora UFV, 523p. 2013.

CÉLERES. Realidade e perspectiva para o Brasil: benefícios econômicos do uso do milho transgênico. Sete Lagoas, MG: (2º Workshop Milho Transgênico).2016.

CORREA, C.E.S.; SHAVER, R.D.; PEREIRA, M.N.; LAVER, J.G.; KOHN, K. Relationship between corn vitreousness and ruminal in situ starch degradability. Journal of Dairy Science, Champaign, v.85, p.308-312, 2002.

EICHOLZ, E.D.; BEVILAQUA, E.G.; ANTUNES, I.F.; KROLOW, A.C.R.; TIMM, N.S. Milho: cultivar BRS 015 FB e seu potencial para panificação. In: WOLFF, L.F.; MEDEIROS, C.A.B. Alternativas para a diversificação da agricultura familiar de base ecológica: 2018. Pelotas, RS: Embrapa Clima Temperado, Documento 462, p.36-39. 2018

EMBRAPA. Milho BRS 015 Farináceo Branco: alternativa ao trigo para a produção de farinha e panificação sem glúten. Pelotas, RS: Embrapa Clima Temperado, 6p. 2019.

FERRÃO, J.E.M. Na linha dos descobrimentos dos séculos XV e XVI intercâmbio de plantas entre a África Ocidental e a América. Revista de Ciências Agrárias, Lisboa, v. 36, n. 2, p.250-269, 2013.

FUMAGALLI, M.; MACHADO, R.A.F.; FIORINI, I.V.A.; PEREIRA, C.S.; PIRES, L.P.M.; PEREIRA, H.D. Desempenho produtivo do milho híbrido simples em função de espaçamentos entre fileiras e populações de plantas. Revista Brasileira de Milho e Sorgo, Sete Lagoas, v.16, n.3, p.426-439, 2017.

FRITSCHI-NETO, R.; MÔRO, G.V. Cultivares. In: GALVÃO, J. C. C.; BORÉM, A.; PIMENTEL, M. A. Milho: do plantio à colheita. Viçosa, MG: UFV, 2ª edição, p.139-155. 2017.

HOFFMANN, M. Manejo de variedades tradicionais de milho em comunidades de agricultores familiares no Mato Grosso do Sul. Maringá, PR: UEM, 2017, Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual de Maringá, Centro de Ciências Agrárias, Departamento de Agronomia, Programa de Pós Graduação em Agroecologia, 140p. 2017.

IAPAR, INSTITUTO AGRONÔMICO DO PARANÁ. Milho branco IPR 127: canjica, fubá, farinha e amido. Londrina, PR: IAPAR, 3p. 2019.

KLEIN, J.L.; VIANA. A.F.P.; MARTINI, P.M.; ADAMS, S.M.; GUZATTO, C.; BONA, R.A.; RODRIGUES, L.S.; ALVES FILHO, D.C.; BRONDANI, I.L. Desempenho produtivo de híbridos de milho para a produção de silagem da planta inteira. Revista Brasileira de Milho e Sorgo, Sete Lagoas, v.17, n.1, p.101-110, 2018.

LUZ, J.M.Q.; CAMILO, J.S.; BARBIERI, V.H.B.; RANGEL, R.M.; OLIVEIRA, R.C. Produtividade de genótipos de milho doce e milho verde em função de intervalos de colheita. Horticultura Brasileira, Brasília, v.32, n.2, p.163-167, 2014.

MACHADO, A.T.; MACHADO, C.T.T.; COELHO, C.H.M.; ARCANJO, J.N. Manejo da diversidade genética do milho e melhoramento participativo em comunidades agrícolas dos Estados do Rio de Janeiro e Espirito Santo. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento 32, 22p. 2002.

MACHADO, A.T.; MACHADO, C.T.T. Manejo da diversidade genética de milho em sistemas agroecológico. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 94 p.2009.

MIRANDA, G.V.; J.C. C.; SANTOS, I.C. Milho-verde (Zea mays L.). In: PAULA JÚNIOR, T. J.; VEZON, M. 101 Culturas: manual de tecnologias agrícolas. Belo Horizonte, MG: EPAMIG, p.559-564. 2007a.

MIRANDA, G.V.; SANTOS, I.C.; GALVÃO, J.C. C. Milho (Zea mays L.). In: PAULA JÚNIOR, T. J.; VEZON, M. 101 Culturas: manual de tecnologias agrícolas. Belo Horizonte, MG: EPAMIG, p. 537-552. 2007b.

MIRANDA, G.V.; SANTOS, I.C.; GALVÃO, J.C. C. Milho-pipoca (Zea mays L.). In: PAULA JÚNIOR, T. J.; VEZON, M. 101 Culturas: manual de tecnologias agrícolas. Belo Horizonte, MG: EPAMIG, p. 553-558. 2007c.

MORAIS, P.P.P.; BORÉM, A. Cultivares transgênicos. In: GALVÃO, J. C. C.; BORÉM, A.; PIMENTEL, M. A. Milho: do plantio à colheita. Viçosa, MG: UFV, 2ª edição, p.156-179. 2017.

MÔRO, G.V.; FRITSCHE-NETO, R. Importância e usos do milho no Brasil. In: GALVÃO, J. C. C.; BORÉM, A.; PIMENTEL, M. A. Milho: do plantio à colheita. Viçosa, MG: UFV, 2ª edição, p. 9-24. 2017.

NASS, L.L.; PATERNIANI, E. Importância das coleções de milho e perspectivas de coleta. In: WALTER, B. M. T.; CAVALCANTI, T. B. (Ed.). Fundamentos para a coleta de germoplasma vegetal. Brasília, DF: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia. p. 633-661, 2005.

NEUMANN, M.; HORST, E.H.; SOUZA, A.M.; SANTOS, L.C.; SLOMPO, D.; SANTOS, J.C. Desempenho de novilhos confinados alimentados com silagens de diferentes híbridos de milho. Revista Brasileira de Milho e Sorgo, Sete Lagoas, v.16, n.3, p.524-535, 2017.

PAES, M.C.D. Aspectos físicos, químicos e tecnológicos do grão de milho. Sete Lagoas, MG: Embrapa Milho e Sorgo, Circular Técnica 75, 6p. 2006.

PEREIRA FILHO, I.A.; CRUZ, J.C.; COSTA, R.V. Árvore do conhecimento: milho-doce. Brasília, DF: Agência EMBRAPA de Informação Tecnológica, 2020a. Disponível em: <https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/milho/arvore/CONT000fy779fnk02wx5ok0pvo4k3wpdjd8h.html>. Acesso em: 07 de junho de 2020.

PEREIRA FILHO, I.A.; CRUZ, J.C. Milho especiais: renda muito além da commodity. Porto Alegre, RS: A Granja – Atuante – Atualizada – Agrícola, ed.750, junho de 2011. Disponível em: <https://edcentaurus.com.br/agranja/edicao/750/materia/3708>. Acesso em: 06 de junho de 2020.

PEREIRA FILHO, I.A.; CRUZ, J.C.; PACHECO, C.A.P.; COSTA, R.V. Árvore do conhecimento: milho-pipoca. Brasília, DF: Agência EMBRAPA de Informação Tecnológica, 2020b. Disponível em: <https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/milho/arvore/CONT000fy9zxynl02wx5ok0pvo4k359f3bo9.html#>. Acesso em: 04 de abril de 2020.

ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; HANNAS, M.I.; DONZELE, J.L.; SAKOMURA, N.K.; PERAZZO, F.G.; SARAIVA, A.; TEIXEIRA, A.L.; RODRIGUES, P.B.; OLIVEIRA, R.F.; BARRETO, S.L.T.; BRITO, C.O. Tabelas Brasileiras Para Aves e Suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais. 4 Ed., Viçosa, MG: Departamento de Zootecnia, UFV. 488p. 2017.

SOUZA, A.R.R.; MIRANDA, G.V.; PEREIRA, M.G.; SOUZA, L.V. Predicting the genetic gain in the Brazilian white maize landrace. Ciência Rural, Santa Maria, v.39, n.1, p.19-24, 2009.

VALADARES FILHO, S.C.; COSTA E SILVA, L.F.; LOPES, S.A.; PRADOS, L.F.; CHIZZOTTI, M.L.; MACHADO, P.A.S.; BISSARO, L.Z.; FURTADO, T. BR-CORTE 3.0: cálculo de exigências nutricionais, formulação de dietas e predição de desempenho de zebuínos puros e cruzados. 2016. Disponível em: <www.brcorte.com.br>. Acesso em: 23 de maio de 2020.

VARGAS, C.C.; MORAIS, R.M.; REDAELLI, L.R. Infestação de milho crioulo, convencional e transgênico pela lagarta-do-cartucho e pela lagarta-da-espiga e parasitismo de ovos. Revista Brasileira de Milho e Sorgo, Sete Lagoas, v.16, n.3, p.351-360, 2017.

VIEIRA, L.C.; GUERRA, M.P.; BARBOSA NETO, J.F. análise preliminar de germoplasma de variedades crioulas de milho do Sul do Brasil. Revista Brasileira de Milho e Sorgo, Sete Lagoas, v.15, n.3, p.558-572, 2016.

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