



**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA**  
**FACULDADE DE AGRONOMIA E MEDICINA VETERINÁRIA**  
**CAMPUS DARCY RIBEIRO**

**LUCAS VITÓRIO DA SILVA**

**OBTENÇÃO E AVALIAÇÃO DE LINHAGENS PARCIALMENTE ENDOGÂMICAS**  
**DE MILHO DOCE (*Zea mays* L.)**

**TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO**

**BRASÍLIA/DF**  
**DEZEMBRO/2019**



**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA**  
**FACULDADE DE AGRONOMIA E MEDICINA VETERINÁRIA**  
**CAMPUS DARCY RIBEIRO**

**OBTENÇÃO E AVALIAÇÃO DE LINHAGENS PARCIALMENTE ENDOGÂMICAS**  
**DE MILHO DOCE (*Zea mays* L.)**

**LUCAS VITÓRIO DA SILVA**

**ORIENTADORA: NARA OLIVEIRA SILVA SOUZA**

Trabalho de conclusão de curso submetido à Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária da Universidade de Brasília, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Engenheiro Agrônomo.

**BRASÍLIA/DF**  
**DEZEMBRO/2019**



**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA**  
**FACULDADE DE AGRONOMIA E MEDICINA VETERINÁRIA**  
**CAMPUS DARCY RIBEIRO**

**OBTENÇÃO E AVALIAÇÃO DE LINHAGENS PARCIALMENTE ENDOGÂMICAS**  
**DE MILHO DOCE (*Zea mays* L.)**

**LUCAS VITÓRIO DA SILVA**

Trabalho de conclusão de curso submetido à Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária da Universidade de Brasília, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Engenheiro Agrônomo.

APROVADO POR:

---

NARA OLIVEIRA SILVA SOUZA - UnB - FAV, E-mail: [arasouza@unb.br](mailto:arasouza@unb.br)  
(ORIENTADORA)

---

CRISTINA SCHETINO BASTOS - UnB - FAV, E-mail: [cschetino@gmail.com](mailto:cschetino@gmail.com)  
(AVALIADORA INTERNA)

---

SELMA REGINA MAGGIOTTO - UnB - FAV, E-mail: [srmaggio2@gmail.com](mailto:srmaggio2@gmail.com)  
(AVALIADORA INTERNA)

**BRASÍLIA/DF**  
**DEZEMBRO/2019**



## FICHA CATALOGRÁFICA

Silva, Lucas Vitório da

Obtenção e avaliação de linhagens parcialmente endogâmicas de milho doce (*Zea mays* L.); orientação de Nara Oliveira Silva Souza. Brasília, 2019. 22p.

Trabalho de Conclusão de Curso Agronomia – Universidade de Brasília/Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, 2019.

## REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

SILVA, L. V. **Obtenção e avaliação de linhagens parcialmente endogâmicas de milho doce (*Zea mays* L.)**. Trabalho de Conclusão de Curso de graduação em Agronomia – Universidade de Brasília/Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Brasília, 2019, 22p.

## CESSÃO DE CRÉDITOS

NOME DO AUTOR: Lucas Vitório da Silva

TÍTULO DO TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO (GRADUAÇÃO):  
Obtenção e avaliação de linhagens parcialmente endogâmicas de milho doce (*Zea mays* L.). ANO: 2019

É concedida à Universidade de Brasília permissão para reproduzir cópias desta monografia de graduação e para emprestar ou vender tais cópias somente para propósitos acadêmicos e científicos.

---

Lucas Vitório da Silva

CPF: 050.103.351-31

E-mail: vitorio\_lucas@outlook.com

“You can’t build peace on empty stomachs.”

Norman Borlaug

## AGRADECIMENTOS

**À Universidade de Brasília e à Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária (UnB)**, por tornarem este trabalho possível.

**Aos meus pais, Antônia e Demerval**, a quem devo a vida. Por todo exemplo de dedicação, responsabilidade e carinho, cujos ensinamentos são como uma bússola a me orientar nesta jornada.

**À minha irmã**, pelo apoio incondicional em todos os momentos. Pelo humor tão característico que suaviza até as horas mais difíceis.

**À Elizabeth, Cleomilton e família**, pelo apoio irrestrito e pelos preciosos conselhos vindos de quem muito aprendeu sobre a vida.

**À professora Nara**, pela paciência, sabedoria, apoio e exemplo de profissionalismo. Pelo lado humano nas tomadas de decisões e por me acompanhar desde o quinto semestre.

**Aos meus amigos**, por caminharem junto comigo e por compartilharem momentos únicos de alegria e apoio nos percalços.

**Aos colaboradores da Fazenda Água Limpa**, por todo suporte nas atividades de campo. Pelo compartilhamento de experiências e de conhecimentos empíricos de décadas de trabalho.

**À Enactus UnB**, por toda experiência de voluntariado. Por todas as amizades com pessoas incríveis e com brilho nos olhos para mudar o mundo. Pela aprendizagem de que podemos doar um pouco do nosso tempo e conhecimento para atenuar as desigualdades sociais, econômicas e ambientais.

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>OBJETIVO</b> .....	<b>2</b>
<b>2.1</b>	<b>Objetivo geral</b> .....	<b>2</b>
<b>2.2</b>	<b>Objetivo específico</b> .....	<b>2</b>
<b>3</b>	<b>REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	<b>3</b>
<b>3.1</b>	<b>Milho doce</b> .....	<b>3</b>
<b>3.1.1</b>	<b>Botânica, origem, características genéticas e importância econômica</b> .	<b>3</b>
<b>3.1.2</b>	<b>Usos e valor nutricional do milho doce</b> .....	<b>4</b>
<b>3.1.3</b>	<b>Exigências nutricionais e hídricas da cultura do milho doce</b> .....	<b>5</b>
<b>3.2</b>	<b>Melhoramento do milho doce</b> .....	<b>6</b>
<b>3.2.1</b>	<b>Obtenção de linhagens</b> .....	<b>6</b>
<b>3.2.2</b>	<b>Obtenção de híbridos</b> .....	<b>8</b>
<b>4</b>	<b>MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	<b>9</b>
<b>4.1</b>	<b>Local</b> .....	<b>9</b>
<b>4.2</b>	<b>Sementes</b> .....	<b>9</b>
<b>4.3</b>	<b>Condução do experimento</b> .....	<b>9</b>
<b>4.4</b>	<b>Avaliações</b> .....	<b>10</b>
<b>4.5</b>	<b>Delineamento experimental e análise estatística</b> .....	<b>11</b>
<b>5</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	<b>12</b>
<b>6</b>	<b>CONCLUSÃO</b> .....	<b>17</b>
	<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	<b>18</b>



## ÍNDICE DE TABELAS E FIGURAS

**Tabela 1.** Análise da variância das avaliações realizadas em espigas e sementes das linhagens parcialmente endogâmicas de milho doce (*Zea mays*, grupo *saccharata*). Peso de cem sementes (P100, em g), peso total dos grãos (PESO, em g), peso total dos sabugos (PESAB, em g), peso médio dos sabugos (PEMSAB, em g), comprimento da semente (C, em mm), largura da semente (L, em mm) e espessura da semente (E, em mm). UnB, Brasília-DF, 2018.....12

**Tabela 2.** Análise da variância das avaliações em linhagens parcialmente endogâmicas de milho doce (*Zea mays* grupo *saccharata*). Altura de inserção de espiga (AE, em m), altura de planta (AP, em m), número de espigas autofecundadas (NESP), dias para florescimento masculino (FLOMA, em dias após a semeadura), dias para florescimento feminino (FLOFE, em dias após a semeadura). UnB, Brasília-DF, 2018.....13

**Tabela 3.** Relação entre altura de inserção de espiga (AE, em m) e altura de planta (AP, em m) em plantas das linhagens parcialmente endogâmicas de milho doce (*Zea mays*, grupo *saccharata*). UnB, Brasília-DF, 2018.....13

**Tabela 4.** Valores médios obtidos nas avaliações em plantas das linhagens parcialmente endogâmicas de milho doce (*Zea mays*, grupo *saccharata*). Altura de inserção de espiga (AE, em m), altura de planta (AP, em m), número de espigas autofecundadas (NESP), dias para florescimento masculino (FLOMA, em dias após a semeadura), dias para florescimento feminino (FLOFE, em dias após a semeadura). UnB, Brasília-DF, 2018.....15

**Tabela 5.** Valores médios obtidos nas avaliações em espigas e sementes das linhagens parcialmente endogâmicas de milho (*Zea mays*, grupo *saccharata*). Peso de cem sementes (P100, em g), peso total dos grãos (PESO, em g), peso total dos sabugos (PESAB, em g), peso médio dos sabugos (PEMSAB, em g), largura da semente (L, em mm). UnB, Brasília-DF, 2018.....16

**Figura 1.** Autopolinização em milho doce, em casa de vegetação, Fazenda Água Limpa, UnB, Brasília – DF, 2018.....10

## RESUMO

A obtenção de linhagens parcialmente endogâmicas representa uma alternativa em um programa de desenvolvimento de híbridos de milho doce, pois, ao possibilitar a obtenção de genótipos (quase) homocigotos para o cruzamento e expressão da heterose, diminui o número de ciclos de autofecundação das plantas. Dessa forma, o objetivo deste trabalho foi avançar uma geração de genótipos de milho doce, isto é, obter linhagens parcialmente endogâmicas (S<sub>4</sub>) e avaliar características morfoagronômicas nas linhagens S<sub>3</sub>. Os tratamentos consistiram em dezoito genótipos de milho doce avançados em dois ciclos sucessivos de autofecundação. Foram avaliados a altura de inserção de espiga, altura das plantas, época dos florescimentos feminino e masculino, número de espigas autofecundadas, pesos total e de cem sementes, pesos total e médio dos sabugos, comprimento, largura e espessura das sementes. O experimento foi realizado em casa de vegetação, na Fazenda Água Limpa, bairro Vargem Bonita / DF. A semeadura foi realizada, em 09/12/2017, com duas linhas de dois metros de cada genótipo, na densidade de 5,5 plantas/metro, constituindo, assim, as parcelas, em três repetições distribuídas em blocos casualizados. Concluiu-se que algumas linhagens se destacaram quanto à altura de inserção de espiga, número de espigas autofecundadas, peso de cem sementes e peso médio do sabugo. Tais características são essenciais para o programa de melhoramento genético na obtenção de híbridos de milho doce, ou seja, auxiliam na escolha de materiais com menor tendência de acamamento e maior rendimento de espiga.

**Palavras-chave:** linhagens; híbridos; genótipos; milho doce.

## 1 INTRODUÇÃO

A estimativa de crescimento para a população mundial, nos próximos 30 anos, é de aproximadamente dois bilhões de pessoas, segundo estimativas da ONU (2019), alcançando 9,7 bilhões habitantes, em 2050. Como garantir a segurança alimentar e nutricional a esse número populacional em crescimento demográfico?

Todas as tecnologias ligadas ao meio agrícola deverão ser consideradas para suprir esse aumento populacional. Dentre os diversos avanços ocorridos na agricultura, destaca-se o melhoramento de plantas.

Norman Borlaug, considerado o pai da agricultura moderna, revolucionou o acesso à alimentação básica pelas populações do México, Paquistão e Índia ao desenvolver variedades de trigo e arroz menos suscetíveis a doenças e mais produtivas (PÚBLICO, 2009). Deixou o legado sobre o potencial que o melhoramento genético de plantas tem sobre o combate à fome no mundo.

Embora a alimentação animal absorva aproximadamente 70% do milho em grão produzido no mundo, em algumas regiões do Brasil e de outros países, o cereal é elemento básico na dieta de muitas populações (GARCIA *et al.*, 2019). Dentre os tipos especiais de milho, está o milho doce.

O milho doce é um tipo especial de milho por conter um ou mais genes que condiciona(m) uma maior concentração de açúcares (sacarose, glicose, frutose e maltose) e menor teor de amido, conferindo à semente, quando seca, aspecto enrugado e translúcido (PEREIRA FILHO e TEIXEIRA, 2016; OLIVEIRA JÚNIOR *et al.*, 2006).

O milho doce é considerado uma olerícola devido a destinação ser exclusivamente para a alimentação humana, na forma de espigas verdes *in natura*, mini-milho (baby corn), espigas com grãos congelados, grãos de milho em conserva, desidratados e congelados (PEREIRA FILHO e TEIXEIRA, 2016).

O melhoramento genético do milho doce pode ser dividido em duas modalidades: obter o caráter doce (monogênico recessivo) a partir de uma determinada fonte, e, posteriormente, realizar a introdução em um genótipo de milho comum; ou, via germoplasma doce dentro de um programa de melhoramento de rotina (PARENTONI *et al.*, 1990).

Para a obtenção de linhagens de milho doce, inicialmente os indivíduos de fenótipos-doce são selecionados a partir de uma população de polinização aberta. Posteriormente, esses indivíduos são autofecundados em ciclos sucessivos, geralmente entre seis a oito gerações, obtendo-se, ao final dessa etapa, as linhagens em homozigose (RONZELLI JÚNIOR, 1996; PEREIRA FILHO e TEIXEIRA, 2016).

A utilização de linhagens parcialmente endogâmicas é uma alternativa para diminuição dos custos e tempo, além de facilitar o acesso dos produtores a esses materiais (CARVALHO e RAMALHO, 2004).

Depois de obtidas as linhagens, inicia-se a produção de híbridos. Devido às diferentes combinações e configurações de cruzamento entre as linhagens, os híbridos podem ser do tipo simples (HS), simples modificado (HSm), duplo (HD), triplo (HT), múltiplo e “top cross” (RONZELLI JÚNIOR, 1996).

A performance, a uniformidade e a produtividade elevadas do híbrido é devido à heterose, ou vigor híbrido, isto é, o desempenho da geração F1 é superior em relação à média dos pais (GUIMARÃES et al., 2005; RAMALHO *et al.*, 2012).

Características como altura de inserção da espiga, altura de planta, biometria da semente, peso de semente e outros aspectos da espiga e semente podem ser essenciais para estimar a produtividade dos genótipos de milho doce (PEREIRA FILHO e TEIXEIRA, 2016; CASAGRANDE e FORNASIERI FILHO, 2002).

## **2 OBJETIVO**

### **2.1 Objetivo geral**

Obter linhagens parcialmente endogâmicas de milho doce que serão usadas em cruzamentos e produção de híbridos.

### **2.2 Objetivo específico**

Avançar uma geração dos genótipos, ou seja, obter linhagens parcialmente endogâmicas (S<sub>4</sub>) e avaliar características morfoagronômicas nas linhagens S<sub>3</sub>.

### 3 REVISÃO DE LITERATURA

#### 3.1 Milho doce

##### 3.1.1 Botânica, origem, características genéticas e importância econômica

O milho doce (*Zea mays* L. grupo *saccharata*), ( $2n = 20$  cromossomos), pertence à família Poaceae, tribo Maydeae. Considera-se que tenha originado de uma mutação ocorrida em milho comum. Machado (1980) o considera um produto que passou por uma modificação genotípica e, em seguida, foi domesticado pelas tribos indígenas da América do Sul. Para Tracy (2001), tal mutação talvez tenha ocorrido recentemente devido a menor adaptabilidade desse tipo especial de milho às condições adversas da natureza, principalmente pela menor viabilidade das sementes.

A planta de milho doce é caracterizada pelo porte ereto, folhas largas e eficientes na fotossíntese. É monóica, isto é, produz inflorescência masculina (pendão) no ápice da planta, e a flor feminina (espiga), à meia altura (PEREIRA FILHO e TEIXEIRA, 2016).

Cerca de oito genes mutantes condicionam e afetam a biossíntese de carboidratos no endosperma: Amylose-extender1 (ae1), Brittle 1 (bt1), Brittle 2 (bt2), Dull1(du1); Shrunker2 (sh2); Sugary (su1); Sugary enhancer1 (se1); Waxy1 (wx1). Assim, a presença isolada, em dupla ou em tripla combinação desses genes confere maior concentração de açúcares e pouco amido no endosperma, atribuindo aos grãos aparência enrugada e translúcida. O teores de açúcar e amido em milho doce variam entre 9% a 14% e de 30% a 35%, respectivamente; enquanto no milho comum, em torno de 3% de açúcar e 60% a 70% de amido (OLIVEIRA JR. *et al.*, 2006; PEREIRA FILHO e TEIXEIRA, 2016; ARAUJO *et al.*, 2006; TRACY, 2001).

A área de cultivo milho doce no Brasil é de aproximadamente 36 mil hectares, sendo que a produção é destinada quase exclusivamente ao processamento industrial. A produtividade média é de 13t/ha. O estado de Goiás concentra 90% da área plantada de milho doce no Brasil, devido às condições favoráveis de cultivo no ano todo (LUZ *et al.*, 2014; PEREIRA FILHO e TEIXEIRA, 2016).

### 3.1.2 Usos e valor nutricional do milho doce

O milho doce apresenta em sua composição elevados teores de açúcares (sacarose, glicose, frutose e maltose) no endosperma, diferenciando-o do milho comum. Além de agregar valor econômico, essa característica possibilita uma diversificação do produto quanto ao seu uso: espigas verdes *in natura*, mini-milho (baby corn), espigas com grãos congelados, grãos de milho em conserva, desidratados e congelados. Por outro lado, com uma menor concentração de amido nos grãos, preparos típicos da culinária brasileira, a partir desta olerícola, a exemplo, do cural, da pamonha e do suco de milho, são inviabilizados. Todavia, perto dos grandes centros, a tendência é que haja crescente aumento pelo consumo direto do milho doce e de seus diversos derivados, principalmente pelo mercado da alta gastronomia (PEREIRA FILHO e TEIXEIRA, 2016; OLIVEIRA JÚNIOR *et al.*, 2006; CARVALHO e NAKAGAWA, 2000).

Assunção *et al.* (2009), trabalhando com oito híbridos de milho doce, sendo três comerciais e cinco experimentais, observaram que a concentração média de minerais, em grãos *in natura* de milho doce, é a seguinte: Fe (2,51 mg 100g<sup>-1</sup>), Mn (0,74 mg 100g<sup>-1</sup>), Zn (0,48 mg 100g<sup>-1</sup>), Cu (0,36 mg 100g<sup>-1</sup>), Mg (0,02 mg 100g<sup>-1</sup>) e Ca (0,01 mg 100g<sup>-1</sup>).

As proteínas são encontradas em todos os tecidos da semente. As glutelinas e prolaminas são as mais abundantes (80% a 90%); enquanto, as albuminas e globulinas estão em menor proporção, cerca de 20% ou menos (CARVALHO e NAKAGAWA, 2000).

Segundo Carvalho e Nakagawa (2000), o teor de óleo na semente pode variar conforme a cultivar e em função do meio ambiente. Os lipídeos podem ser encontrados em toda a semente, sendo os mais comuns o oleico, linoleico e o linolênico (PEREIRA FILHO e TEIXEIRA, 2016).

O milho doce representa um potencial cereal para o desenvolvimento de cultivares biofortificadas. Na prática, isso implicará em uma importante ferramenta no avanço do combate ao problema da desnutrição, principalmente em populações de baixa renda, onde é comum o consumo de milho *in natura* (espigas) (ASSUNÇÃO *et al.*, 2009; GUIMARÃES *et al.*, 2005).

### 3.1.3 Exigências nutricionais e hídricas da cultura do milho doce

A cultura do milho doce se caracteriza pela produção de espigas verdes, sendo uma olerícola destinada exclusivamente para consumo humano. O ciclo da cultura pode variar entre 90 a 110 dias Assim, com a colheita das espigas, os restos culturais possuem duas destinações: ou permanecem na área e são incorporados e/ou são utilizados como cobertura morta no solo (sistema de plantio direto); ou são direcionados para produção de forragem (alimentação animal) (PEREIRA FILHO e TEIXEIRA, 2016).

Considerando as condições de exportação e ciclagem dos nutrientes no milho doce, é fundamental a compreensão das exigências nutricionais e necessidade de adubação. Borin *et al.* (2010), analisando a absorção, acúmulo e exportação de macronutrientes pelo milho híbrido Superdoce Tropical, em condições de campo, concluíram que as quantidades de macronutrientes absorvidas pela parte vegetativa (planta) seguiu a seguinte ordem:  $K > N > Mg > Ca > P > S$ . Todavia, na espiga, o acúmulo de macronutrientes segue uma ordem diversa:  $N > K > P > Mg > S > Ca$  (BORIN *et al.*, 2010).

A redistribuição dos principais nutrientes para a espiga resulta em uma maior demanda na formação dos grãos. Nesse processo de translocação, o N exportado para os grãos é proveniente dos órgãos vegetativos, principalmente das folhas, enquanto o K tem uma taxa de exportação da planta para o grão de 20% a 30% (COELHO e FRANÇA , 2007).

Quanto à irrigação, o milho doce destinado para produção de enlatados, por não fechar o ciclo no momento da colheita, requer um consumo menor de água em relação ao milho comum. As fases fenológicas da cultura mais demandantes por água são primeiramente o florescimento depois o enchimento de grãos e, por último, o desenvolvimento vegetativo (PEREIRA FILHO e TEIXEIRA, 2016; MUSICK e DUSEK, 1980).

O milho doce se caracteriza pela possibilidade de plantio durante o ano todo. Souza *et al.* (2016), observaram um maior consumo de água pelo milho doce cultivado no período Inverno/Primavera do que na época Verão/Outono, na região nordeste do Mato Grosso do Sul. Os pesquisadores apontaram que temperaturas mais altas, menores umidades relativas do ar e o ciclo maior da cultura neste período são as principais razões para essa diferença.



### 3.2 Melhoramento do milho doce

Um programa de melhoramento genético de milho doce visa selecionar e reproduzir os genótipos das plantas superiores. Para tal, o procedimento se resume basicamente em obter linhagens homozigóticas, por meio de autofecundações sucessivas, posteriormente o híbrido, através do cruzamento entre essas linhagens (hibridação) (PARENTONI *et al.*, 1990).

A Embrapa Milho e Sorgo, a partir de 1979, iniciou os primeiros trabalhos de melhoramento de populações e de obtenção de híbridos de milho doce adaptados às condições brasileiras. Atualmente, o mercado apresenta demanda por híbridos simples devido às características do pericarpo (maciez, qualidade), uniformidade em relação à maturidade, sabor, aroma, tamanho desejável da espiga e produtividade maior que as dos híbridos duplos e triplos (PEREIRA FILHO e TEIXEIRA, 2016).

O melhoramento genético do milho doce pode ser dividido em duas modalidades: obter o caráter doce (monogênico recessivo) a partir de uma determinada fonte, e, posteriormente, realizar a introdução em um genótipo de milho comum; ou, via germoplasma doce dentro de um programa de melhoramento de rotina (PARENTONI *et al.*, 1990).

#### 3.2.1 Obtenção de linhagens

O milho doce é uma planta alógama, ou seja, realiza preferencialmente, fecundação cruzada, conseqüentemente, como padrão e em condições naturais, propicia a formação de indivíduos com muitos *loci* em heterozigose. No entanto, segundo Ronzelli Júnior (1996), algumas etapas são imprescindíveis para obtenção dos híbridos de linhagens, onde a primeira fase, consiste em selecionar ou produzir uma população de polinização livre e nela escolher quais indivíduos serão autofecundados. Assim, a autofecundação surge como uma importante ferramenta na evidênciação dos genótipos homozigóticos, cujas características são de interesse agrônômico e/ou industrial (RONZELLI JÚNIOR, 1996).

A endogamia é um sistema inerente do processo obtenção de linhagens em alógamas. Tal fenômeno caracterizado pelo acasalamento de indivíduos que são relacionados por ascendência, se expressa ao máximo através da autofecundação

(FERREIRA, 2006). Se, por exemplo, em uma população de milho doce de polinização aberta não houver determinado genótipo homocigoto e de interesse agrônomo e industrial, poder-se-á submeter as plantas artificialmente à autofecundação.

Todavia, associados à endogamia induzida em alógamas, alguns efeitos deletérios como perda de vigor e determinadas anomalias são observados. Ferreira (2006) cita outras consequências provocadas em sucessivas gerações de autofecundação como: separação rápida do material em linhagens bem definidas em relação a caracteres morfoanatômicos; redução drástica na fecundidade e no vigor de algumas linhagens, impossibilitando-as de continuidade na próxima geração; ao final do processo de autofecundação, as linhagens resultantes possuem tamanho e vigor reduzidos.

Em um programa de melhoramento genético de milho doce, o processo de obtenção de linhagens é o mais demorado por demandar sucessivas autofecundações e a seleção dos melhores materiais (MIRANDA FILHO e VIÉGAS, 1987).

A autofecundação é a técnica mais empregada para obtenção das linhagens. O processo é iniciado com a seleção das plantas com os fenótipos superiores para serem autofecundadas (RONZELLI JÚNIOR, 1996).

Durante o processo de autofecundação, a inflorescência feminina (boneca) é protegida por um saco plástico antes da emissão do pendão. Este, um dia antes da autofecundação, é protegido por um saco de papel. Pela manhã, quando ocorre a máxima liberação de pólen, o saco que protegia o pendão é retirado e revestido na boneca, sacudindo-o para maior contato com os estilos-estigmas. Em seguida, o saco de papel é preso à planta do milho e permanecerá assim até a colheita. O ciclo de autofecundações poderá ser repetido diversas vezes, a depender da metodologia escolhida e do interesse do melhorista (MIRANDA FILHO e VIÉGAS, 1987; RUSSEL, 1975).

Carvalho e Ramalho (2004) consideram que a utilização de linhagens parcialmente endogâmicas representa uma alternativa para obtenção de híbridos, pois diminuem os custos e o tempo de desenvolvimento, além de facilitar o acesso dos produtores a esses materiais. Desta forma, segundo os autores, não se faz necessário chegar a seis ou a oito ciclos de autofecundações para expressão máxima da endogamia.

### 3.2.2 Obtenção de híbridos

Após toda a série de autofecundação dos indivíduos até a obtenção das linhagens, inicia-se o desenvolvimento dos híbridos propriamente dito. Neste momento, são realizados os cruzamentos entre as linhagens de interesse para produção dos híbridos. A combinação entre diferentes linhagens autofecundadas possibilita a obtenção dos mais variados tipos de híbridos, segundo Ronzelli Júnior (1996):

- Híbrido simples (HS): resulta do cruzamento entre duas linhagens autofecundadas, sendo o mais produtivo entre os híbridos de milho. No entanto, possui elevado custo de produção. É representado esquematicamente por:  $HS = LA_A \times LA_B$ ;

- Híbrido simples modificado (HSm): obtido de duas formas: duas linhagens autofecundadas são cruzadas e o resultante servirá como genitor masculino, sendo cruzado com outra linhagem autofecundada ( $HSm = [LA_A \times (LA_A \times LA_B)]$ ); a segunda possibilidade é inicialmente cruzar linhagens autofecundadas afins e posteriormente obter o híbrido simples ( $HSm = [(LA_A \times LA_A) \times (LA_B \times LA_B)]$ );

- Híbrido Triplo (HT): obtido via cruzamento de um híbrido simples, geralmente como genitor feminino, com uma terceira linhagem autofecundada:  $HT = [(LA_A \times LA_B) \times LA_C]$ ;

- Híbrido Duplo (HD): resultado do cruzamento entre dois híbridos simples:  $HD = [(LA_A \times LA_B) \times (LA_C \times LA_D)]$ ;

- Híbrido múltiplo: obtido do cruzamento entre mais de cinco linhagens autofecundadas;

- Híbrido “top cross”: resultado do cruzamento entre uma linhagem autofecundada com uma variedade de “polinização aberta”.

A produtividade, a uniformidade e a performance elevadas observadas nos híbridos se deve ao fenômeno chamado “heterose”, ou vigor híbrido. Em outras palavras, significa que o desempenho da geração  $F_1$  é superior em relação à média dos pais (GUIMARÃES *et al.*, 2005; RAMALHO *et al.*, 2012).

## **4. MATERIAL E MÉTODOS**

### **4.1 Local**

A semeadura das sementes de milho doce foi realizada no solo, em casa de vegetação na área de Pesquisa da Engenharia Florestal, Fazenda Água Limpa da Universidade de Brasília, no bairro Vargem Bonita, Brasília/DF, no dia 09/12/2017.

As avaliações de sementes foram realizadas no Laboratório de Análise de Sementes da UnB.

### **4.2 Sementes**

As sementes de 18 genótipos de milho doce foram obtidas na Embrapa Milho e Sorgo. O avanço até a geração S<sub>3</sub> foi realizado em trabalhos de pesquisa anteriores a essa pesquisa, por meio de autofecundações das plantas.

### **4.3 Condução do experimento**

Cada genótipo foi semeado em duas linhas de dois metros para cada tratamento, constituindo, assim, uma parcela e utilizando densidade 5,5 plantas por metro linear.

As adubações foram realizadas de acordo com a análise de solo e recomendações para a cultura do milho (FANCELLI e DOURADO NETO, 2004; COELHO, 2006).

O método de controle de plantas daninhas empregado foi por meio de capina manual. Foram utilizadas duas capinas com enxada durante os 40 dias iniciais após a emergência das plântulas. As principais invasoras infestantes na área foram *Eleusine indica* (capim-pé-de-galinha), *Cyperus rotundus* (tiririca), *Emilia sonchifolia* (Falsa serralha), *Euphorbia heterophylla* (leiteiro), *Cynodon dactylon* (capim seda), *Rhynnelitrum repens* (capim favorito) e *Bidens pilosa* (picão preto) (PORTAL AGROFIT, 2019; LORENZI, 2008; LORENZI, 2014). Após esse período, o desenvolvimento das plantas de milho doce reduziu as possibilidades de crescimento das plantas daninhas.

No momento do florescimento foram realizadas as autofecundações. Cada parcela foi acompanhada individualmente, observando as primeiras emissões das inflorescências feminina e masculina.

Com os estilos-estigmas aptos nas espigas, sacos plásticos foram utilizados para protegê-los do contato com o pólen. Os pendões aptos para polinização, um dia antes da autofecundação, foram protegidos por um saco de papel. Pela manhã, sempre entre às 8 horas e 11 horas, onde ocorre a máxima emissão de pólen, cada saco que protegia o pendão era retirado e utilizado para revestir na boneca da mesma parcela, agitando-o sobre a boneca para uma maior eficiência da autopolinização (Figura 1). Em seguida, o saco de papel revestido na boneca foi preso à planta do milho e, assim, permaneceu até o ponto de colheita das espigas.



**Figura 1.** Autopolinização em milho doce, em casa de vegetação, Fazenda Água Limpa, UnB, Brasília – DF, 2018.

#### 4.4 Avaliações

Na casa de vegetação, as variáveis de altura de inserção da espiga (da base do solo até a inserção da espiga, em m), altura da planta (da base do solo até o nó de inserção do

pendão, em m) foram avaliadas com auxílio de uma trena, escolhendo as plantas para medição, aleatoriamente. Foram avaliadas quatro plantas de cada parcela.

Os dias para os florescimentos masculino e feminino foram registrados a partir do momento em que cada parcela apresentava 50% das plantas florescidas para cada órgão reprodutivo, independentemente, sendo os dias contabilizados desde o momento da semeadura até o florescimento.

Após a etapa de autofecundação, contabilizou-se o número de espigas autofecundadas (NESP), sendo recontadas no momento da colheita.

Foi calculada a relação entre a altura de inserção das espigas e altura de planta, através da razão:  $AE/AP$ , para cada linhagem parcialmente endogâmica. Segundo Casagrande e Fornasieri Filho (2002), a queda das plantas de milho pode estar relacionada com a maior altura da inserção de espiga em relação à altura da planta. Sendo o acamamento um dos fatores que reduz a produtividade.

Como o milho doce exige um tempo maior para perder umidade em relação ao milho comum ( PEREIRA FILHO e TEIXEIRA, 2016), somente em 18/05/2018, foi realizada a colheita manual das espigas em cada parcela. No Laboratório, procedeu-se a debulha manual e as avaliações das espigas e sementes.

Na avaliação do peso de cem sementes (g), peso total das sementes (g), peso total do sabugo (g), peso médio dos sabugos (g) foi empregada uma balança de precisão; já para a medição do comprimento das sementes (mm), largura das sementes (mm) e espessura das sementes (mm), as medições foram feitas usando um paquímetro digital, considerando uma amostra de 100 sementes de cada parcela.

#### **4.5 Delineamento experimental e Análise Estatística**

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso, com três repetições. A comparação das médias foi realizada pelo teste de Scott-Knott, a 5 % de probabilidade. Os dados obtidos foram analisados no Software Genes (CRUZ, 2001)

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O resumo da análise de variância das médias das avaliações em linhagens parcialmente endogâmicas encontram-se nas Tabelas 1 e 2.

Na Tabela 1, houve diferença significativa ( $P<0,01$ ) para as variáveis: peso de cem sementes (P100, em g), peso total dos grãos (PESO, em g), peso total dos sabugos (PESAB, em g) e peso médio dos sabugos (PEMSAB, em g). Na biometria da semente, somente a média de largura (L, em cm) apresentou significância ( $P<0,05$ ).

**Tabela 1.** Análise da variância das avaliações realizadas em espigas e sementes das linhagens parcialmente endogâmicas de milho doce (*Zea mays*, grupo *saccharata*). Peso de cem sementes (P100, em g), peso total dos grãos (PESO, em g), peso total dos sabugos (PESAB, em g), peso médio dos sabugos (PEMSAB, em g), comprimento da semente (C, em mm), largura da semente (L, em mm) e espessura da semente (E, em mm). UnB, Brasília-DF, 2018.

FV	QM						
	P100	PESO	PESAB	PEMSA	C	L	E
	B						
Blocos	1,48 <sup>ns</sup>	3087,47 <sup>ns</sup>	345,34 <sup>ns</sup>	9,39 <sup>ns</sup>	0,88 <sup>ns</sup>	0,05 <sup>ns</sup>	0,19 <sup>ns</sup>
Linhagens	12,92 <sup>**</sup>	222160,53 <sup>**</sup>	9326,19 <sup>**</sup>	60,91 <sup>**</sup>	1,72 <sup>ns</sup>	0,35 <sup>*</sup>	0,23 <sup>ns</sup>
Erro	2,87	1405,59	199,46	8,66	0,82	0,15	0,23
CV	7,67	8,00	13,06	27,43	7,74	4,68	11,30
Média	22,11	468,56	108,10	10,73	11,74	8,35	4,23

<sup>\*\*</sup>Significativo a 1% de probabilidade pelo teste F. <sup>\*</sup>Significativo a 5% de probabilidade pelo teste F. <sup>ns</sup> Não-significativo pelo teste F.

Na Tabela 2, verificou-se diferença significativa ( $P<0,01$ ) para altura de inserção de espiga (AE, em m), número de espigas autofecundadas (NESP), dias para florescimento masculino (FLOMA, em dias após a semeadura), dias para florescimento feminino (FLOFE, em dias após a semeadura). A média de altura de planta (AP, em m) também foi significativa ( $P<0,05$ ).

**Tabela 2.** Análise da variância das avaliações em linhagens parcialmente endogâmicas de milho doce (*Zea mays* grupo *saccharata*). Altura de inserção de espiga (AE, em m), altura de planta (AP, em m), número de espigas autofecundadas (NESP), dias para florescimento masculino (FLOMA, em dias após a semeadura), dias para florescimento feminino (FLOFE, em dias após a semeadura). UnB, Brasília-DF, 2018.

FV	QM				
	AE	AP	NESP	FLOMA	FLOFE
Blocos	0,00 <sup>ns</sup>	0.80 <sup>ns</sup>	16,00 <sup>ns</sup>	0,00 <sup>ns</sup>	3,36 <sup>ns</sup>
Linhagens	0,10**	271,66 *	127,59**	48,52**	134,95**
Erro	0,02	0,04	13,18	6,06	2,77
CV	11,24	9,33	29,84	4,11	64,75
Média	1,24	2,21	12,17	59,94	2,57

\*\*Significativo a 1% de probabilidade pelo teste F. \*Significativo a 5% de probabilidade pelo teste F. <sup>ns</sup>: Não significativo pelo teste F.

Segundo Casagrande e Fornasieri Filho (2002), quanto maior a altura da inserção de espiga, maior a tendência da planta ao acamamento. A queda das plantas pode resultar em perdas na produtividade. Desta forma, os dados da razão AE/AP, representados na Tabela 3, permitem confirmar essa afirmação, tendo em vista que as linhagens que apresentaram as relações AE/AP mais distantes do limiar desejável (AE/AP = 0,5), também foram as que possuíam maior altura de inserção da espiga, com destaque para as linhagens 3, 4, 6, 7, 10, 12, 15, 16 e 18 (Tabela 4).

**Tabela 3.** Relação entre altura de inserção de espiga (AE, em m) e altura de planta (AP, em m) em plantas das linhagens parcialmente endogâmicas de milho doce (*Zea mays*, grupo *saccharata*). UnB, Brasília- DF, 2018.

Linhagem	1	2	3	4	5	6	7	8	9
AE/AP	0,48	0,51	0,59	0,62	0,47	0,61	0,62	0,57	0,51
Linhagem	10	11	12	13	14	15	16	17	18
AE/AP	0,61	0,50	0,56	0,54	0,54	0,59	0,61	0,45	0,62

O último estágio do crescimento vegetativo, isto é, o pendoamento ( $V_T$ ), (PORTAL PIONEER, 2018), variou entre 52 dias a 57 dias após a semeadura, nas



seguintes linhagens: 1, 2, 5, 8, 9, 10, 11, 13, 14 e 17 (Tabela 4). Enquanto as linhagens 3, 7, 16 e 18 foram as mais tardias, com intervalo entre 65 dias a 69 dias após a semeadura (Tabela 4).

O primeiro estágio reprodutivo (R1), identificado pelo surgimento dos estilos-estigmas do milho ou embonecamento (PORTAL PIONEER, 2018), foi observado primeiramente nas linhagens 2, 5, 8, 9, 10, 11, 13 e 17 (Tabela 4). Estas embonecaram com 56 dias ou 57 dias após a semeadura. Por outro lado, outros genótipos foram mais tardios quanto à emissão da inflorescência feminina, a exemplo, das linhagens 12, 16 e 18, todas emitindo inflorescências femininas aos 78 dias após a semeadura. Segundo Lima (2006), a protandria favorece a alogamia, pois a deiscência das anteras e liberação dos grãos de pólen ocorrem de dois a três dias antes da emissão dos estilo-estigmas.

Quanto ao número de espigas autopolinizadas (Tabela 4) notou-se que, na maioria das linhagens, quanto menor a diferença entre os dias requeridos para o embonecamento e o pendramento, maior a quantidade de espigas autofecundadas. As linhagens mais produtivas (2, 5, 8, 9, 10, 11, 15, 16, 17) apresentaram uma produção, em média, de 16 a 24 espigas autofecundadas. Na linhagem 12, por exemplo, foi possível obter apenas uma espiga, uma vez que houve diferença de 15 dias, em média, entre a emissão de pelo menos 50% dos pendões e cerca de 50 % das bonecas neste tratamento. De acordo com Castro (2010), as inflorescências femininas que são formadas tardiamente em relação ao surgimento do pendão tem menor probabilidade de serem polinizadas, pois a viabilidade do pólen é reduzida.

O peso de 100 sementes variou de 18,92 g a 27,98 g, para as linhagens 13 e 12, respectivamente (Tabela 5). O peso médio dos sabugos variou entre 4,43 g a 27,90 g, para as linhagens 8 e 12, respectivamente (Tabela 5). Observa-se que nesse caso, valores médios são os mais desejáveis, visto que não se tem interesse em espigas com sabugo de muita massa. Para a indústria de processamento de enlatados de milho doce, o rendimento das espigas deve ser de aproximadamente 40%, isto é, para cada 100 kg de espigas de milho, 40 kg ou mais devem ser de grãos enlatados (PEREIRA FILHO e TEIXEIRA, 2016).

Em relação a largura dos grãos não houve variação nas médias observadas (Tabela 5). Magalhães e Jones (1990) sugerem que o número e o volume de células no endosperma limitam o tamanho dos grãos, impedindo a utilização máxima da disponibilidade de fotoassimilados para a espiga. Assim, além da profundidade, a largura

dos grãos é uma característica fundamental na escolha da cultivar de milho doce (PEREIRA FILHO e TEIXEIRA, 2016).

**Tabela 4.** Valores médios obtidos nas avaliações em plantas das linhagens parcialmente endogâmicas de milho doce (*Zea mays*, grupo *saccharata*). Altura de inserção de espiga (AE, em m), altura de planta (AP, em m), número de espigas autofecundadas (NESP), dias para florescimento masculino (FLORMA, em dias após a semeadura), dias para florescimento feminino (FLOFE, em dias após a semeadura). UnB, Brasília-DF, 2018.

Linhagens	Avaliações				
	AE	AP	NESP	FLORMA	FLORFE
1	1,07 b	2.25 a	6.00 b	57 c	61 c
2	1,05 b	2,04 a	21.50 a	57 c	57 d
3	1,45 a	2.47 a	2.00 b	66 a	71 b
4	1,34 a	2.16 a	5.00 b	63 b	69 b
5	1,00 b	2.12 a	18.00 a	52 c	57 d
6	1,46 a	2.41 a	5.50 b	61 b	69 b
7	1,49 a	2.42 a	1.00 b	65 a	70 b
8	1,15 b	2.01 a	22.00 a	57 c	57 d
9	1,03 b	2.01 a	16.00 a	57 c	57 d
10	1,42 a	2.34 a	20.50 a	57 c	59 d
11	1,08 b	2.18 a	17.00 a	56 c	56 d
12	1,46 a	2.61 a	1.00 b	63 b	78 a
13	0,91 b	1.68 a	17.00 a	57 c	57 d
14	1,15 b	2.14 a	9.00 b	57 c	71 b
15	1,41a	2.38 a	13.00 a	61 b	63 c
16	1,34 a	2.20 a	17.00 a	69 a	78 a
17	0,85 b	1.88 a	24.00 a	54 c	57 d
18	1,58 a	2.54 a	3.50 b	69 a	78 a

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem estatisticamente pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

**Tabela 5.** Valores médios obtidos nas avaliações em espigas e sementes das linhagens parcialmente endogâmicas de milho (*Zea mays*, grupo *saccharata*). Peso de cem sementes (P100, em g), peso total dos grãos (PESO, em g), peso total dos sabugos (PESAB, em g), peso médio dos sabugos (PEMSAB, em g), largura da semente (L, em mm). UnB, Brasília-DF, 2018.

Genótipos	P100	PESO	PESAB	PEMSAB	L
1	24,68 b	260,05 f	62,55 e	10,43 c	8,18 a
2	21,24 c	731,51 b	198,08 b	9,20 c	8,31 a
3	22,19 c	147,61 g	27,81 f	13,91 c	8,38 a
4	19,65 c	326,00 e	64,10 e	12,82 c	8,54 a
5	24,05 b	629,94 c	144,89 c	8,05 c	7,99 a
6	19,71 c	285,07 f	57,44 e	10,32 c	8,19 a
7	20,04 c	65,81 g	9,31 f	9,31 c	8,63 a
8	27,12 a	438,47 d	95,77 d	4,43 c	8,62 a
9	21,34 c	221,70 f	97,07 d	6,29 c	8,66 a
10	23,66 b	1516,14 a	253,36 a	9,38 c	8,30 a
11	21,31 c	711,50 b	161,25 c	9,49 c	8,49 a
12	27,98 a	126,38 g	27,90 f	27,90 a	8,88 a
13	18,92 c	512,04 d	105,50 d	6,17 c	7,95 a
14	22,69 c	368,61 e	109,52 d	12,17 c	9,35 a
15	21,29 c	555,93 d	102,29 d	5,38 c	7,76 a
16	21,31 c	711,50 b	161,25 c	9,49 c	8,49 a
17	19,45 c	485,04 d	212,05 b	8,83 c	8,13 a
18	21,32 c	340,85 e	55,80 e	19,53 b	7,54 a

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem estatisticamente pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

## 6 CONCLUSÃO

Algumas linhagens se destacaram quanto à altura de inserção de espiga (Linhagens 1, 2, 5, 8, 9, 11, 13, 14 e 17), ao número de espigas autofecundadas (Linhagens 2, 5, 8, 9, 10, 11, 13, 15, 16 e 17), ao peso de cem sementes (Linhagens 8 e 12) e ao peso médio do sabugo (todas linhagens, exceto a 12 e a 18). Tais características são essenciais para o programa de melhoramento genético na obtenção de híbridos de milho doce, isto é, auxiliam na escolha de materiais com menor tendência de acamamento e maior rendimento de espiga.

Para futuros trabalhos de obtenção de híbridos de milho doce, considera-se como mais indicado iniciar os cruzamentos com linhagens que apresentem as características mais divergentes entre si, pois assim, teria o efeito da heterose.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARAUJO, E. F. *et al.*, Maturação de sementes de milho doce - grupo super doce. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 28, p. 69-76, 2006.
- ASSUNÇÃO, A. et al. Determinação do teor de minerais em populações de milho doce, 2009. Disponível em:  
<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/66024/1/2704.pdf>. Acesso em: 25 out 2019.
- BORIN, A. L. D. C.; LANA, R. M. Q.; PEREIRA, H. S. Absorção, acúmulo e exportação de macronutrientes no milho doce cultivado em condições de campo. **Ciência Agrotecnológica**, Lavras, v. 34, n. Edição Especial, p. 1591-1597, 2010.
- BRASIL. MINISTÉRIO DA AGRICULTURA PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. Consulta de planta daninha. **Agrofit**, 2019. Disponível em:  
[http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit\\_cons/principal\\_agrofit\\_cons](http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons). Acesso em: 16 nov. 2019.
- CARVALHO, A. D. F.; RAMALHO, M. A. P. Capacidade de combinação de progênes parcialmente endogâmicas obtidas de híbridos comerciais de milho. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v. 3, p. 429-437, 2004.
- CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 4<sup>a</sup>. ed. Jaboticabal: Funep, 2000. 588 p.
- CASAGRANDE, J. R. R.; FORNASIERI FILHO, D. Adubação nitrogenada na cultura do milho safrinha. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 37, p. 33-40, jan. 2002.
- CASTRO, R. S. D. **Rendimentos de espigas verdes e de grãos de cultivares de milho**. Mossoró: [s.n.], 2010. 20 p. Tese (Doutorado em Fitotecnia Área de Concentração Agricultura Tropical) – Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), Mossoró-RN.

COELHO, A. M. **Nutrição e adubação do milho**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2006. 10 p. (Embrapa Milho e Sorgo. Circular Técnica, 78).

COELHO, A. M.; FRANÇA, G. E. D. Nutrição e adubação de milho. **O cultivo do milho**, set. 2007. Disponível em:  
<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/69851/1/Fertilidade-solos-4.pdf>.  
Acesso em: 26 out. 2019.

CRUZ, C. D. **Programa Genes: Versão Windows**; Aplicativo computacional em genética e estatística. Viçosa: Impressa Universitária, UFV, 2001. 648 p.

EMBRAPA. EMBRAPA ARROZ E FEIJÃO. MIP Milho. **Embrapa Arroz e Feijão**. Disponível em: <https://encurtador.com.br/delCQ>. Acesso em: 5 nov. 2019.

FANCELLI, A. L.; DOURADO NETO, D. **Produção de milho**. 2ª. ed. [S.l.]: Livroceres, 2004. 360 p.

FERREIRA, P. V. **Melhoramento de Plantas**. 1ª. ed. Maceió: Edufal, v. 2, 2006. 190 p.

GARCIA, J. C. et al., Milho: importância econômica. **Agência Embrapa de Informação Tecnológica**, 2019. Disponível em:  
[https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/milho/arvore/CONTAG01\\_8\\_168200511157.html](https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/milho/arvore/CONTAG01_8_168200511157.html). Acesso em: 15 nov. 2019.

GUIMARÃES, P. E. O.; RIBEIRO, P. E. DE A.; PAES, M. C. D.; SCHAFFERT, R. E.; ALVES, V. **Caracterização de Linhagens de Milho quanto aos teores de mineirais nos grãos**, Sete Lagoas, n. 64, 2005. 4.

LIMA, J. L. **Controle genético do florescimento em milho**. Lavras: [s.n.], 2006. 56 p. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas) – Universidade de Lavras, Lavras, MG.

LÓPEZ-OVEJERO, R. F. et al. SELETIVIDADE DE HERBICIDAS PARA A CULTURA DE MILHO (*Zea mays*). **Planta daninha**, Viçosa, v. 21, p. 413-419, 2003. ISSN 3.

LORENZI, H. **Plantas daninhas do Brasil**: terrestres, aquáticas, parasitas e tóxicas. 4ª. ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2008.

LORENZI, H. **Manual de identificação e controle de plantas daninhas**: plantio direto e convencional. 7ª. ed. Nova Odessa : Instituto Plantarum, 2014.

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**, 32: 163-167, 2014.

MACHADO, J. A. Melhoramento genético do milho doce (*Zea mays* L.), Piracicaba, Esalq, p. 78, 1980. (Dissertação Mestrado).

MAGALHÃES , P. C.; JONES, R. Aumento de fotoassimilados na taxa de crescimento e peso final dos grãos de milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 25, p. 1747-1754, dez. 1990.

MIRANDA FILHO, J. B.; VIÉGAS, G. P. Milho híbrido. In: PATERNIANI, E.; VIÉGAS, G. P. **Melhoramento e produção de milho no Brasil**. 2ª. ed. Campinas: Fundação Cargill, 1987. p. 122-201.

MUSICK, J. T.; DUSEK, D. A. Irrigated Corn Yeld Response to Water. **Transactions of the ASAE**, St. Joseph , v. 23, p. 92-104, 1980.

OLIVEIRA JR, L. F. G. et al. Seleção de genótipos de milho mais promissores para o consumo in natura. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 26, p. 159-165, jan.-mar. 2006.

OLIVEIRA JÚNIOR, L. F. G.; DELIZA, R.; BRESSAN-SMITH, R.; PEREIRA, M. G.; T. B. Seleção de genótipos de milho mais promissores para o consumo in natura. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 26, p. 159-165, jan./mar. 2006.

ONU. População mundial deve chegar a 9,7 bilhões de pessoas em 2050, diz relatório da ONU. **Nações Unidas Brasil**, 2019 jun. 2019. Disponível em: <https://nacoesunidas.org/populacao-mundial-deve-chegar-a-97-bilhoes-de-pessoas-em-2050-diz-relatorio-da-onu/>. Acesso em: 18 nov. 2019.

PARENTONI, S. N. et al. Milho doce. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 14, p. 17-22, 1990.

PEREIRA FILHO, I. A.; TEIXEIRA, F. F. **O cultivo do milho doce**. Brasília, DF: Embrapa, 2016. 298 p.

PORTAL PIONEER. Fenologia do milho. **Blog Agronegócio em Foco**, 2018. Disponível em: <http://www.pioneersementes.com.br/blog/41/fenologia-do-milho>. Acesso em: 13 nov. 2019.

PÚBLICO. Norman Borlaug - O homem que alimentou o mundo e foi Nobel da paz. **Público**, 2009 set. 2009. Disponível em: <https://www.publico.pt/2009/09/16/jornal/temas-17812892>. Acesso em: 20 nov. 2019.

RAMALHO, M. A. P. et al. **Genética na Agropecuária**. 5ª. ed. Lavras: UFLA, 2012. 565 p.

RONZELLI JÚNIOR, P. **Melhoramento genético de plantas**. Curitiba: P. Ronzelli Júnior, 1996. 219 p.

RUSSEL, W. A. **Obtenção e avaliação de linhagens de milho**. [S.l.]: Fundação Cargill, 1975. 53 p.



SILVA, P. S. L. et al. Corn growth and yield in competition with weeds. **Planta daninha**, Viçosa, v. 29, p. 793-802, out./dez. 2011.

SOUZA, E. J. et al. Eficiência do uso da água pelo milho doce em diferentes lâminas de irrigação e adubação nitrogenada. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, Fortaleza, v. 10, p. 750-757, 2016.

TRACY, W. F. Sweet corn. In: HALLAAUER , A. R. **Specialty corns**. Boca Raton: CRC Press, 2001. p. 155-198.