

Universidade Federal de Pelotas
Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel
Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes



Dissertação

**DESPENDOAMENTO EM LINHAGENS TROPICAIS DE MILHO:
REFLEXOS NA PRODUTIVIDADE**

Ricardo Leite Pina Pereira

Pelotas, 2017

Ricardo Leite Pina Pereira

**DESPENDOAMENTO EM LINHAGENS TROPICAIS DE MILHO:
REFLEXOS NA PRODUTIVIDADE**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Pelotas, sob a orientação do Prof. Dr. Silmar Teichert Peske, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes, para a obtenção do título de Mestre em Ciência e Tecnologia de Sementes.

Orientador: Prof. Dr. Silmar Teichert Peske

Pelotas, 2017

Universidade Federal de Pelotas / Sistema de Bibliotecas
Catalogação na Publicação

P436d Pereira, Ricardo Leite Pina

Despendoamento em linhagens tropicais de milho :
reflexos na produtividade / Ricardo Leite Pina Pereira ;
Silmar Teichert Peske, orientador. — Pelotas, 2017.

50 f. : il.

Dissertação (Mestrado) — Programa de Pós-Graduação
em Ciência e Tecnologia de Sementes, Faculdade de
Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas,
2017.

1. Milho. 2. Despendoamento. 3. Desfolha. 4. Linhagens.
5. Produtividade. I. Peske, Silmar Teichert, orient. II. Título.

CDD : 633.15

Ricardo Leite Pina Pereira

Despendoamento em Linhagens Tropicadas de Milho: Reflexos na Produtividade

Dissertação aprovada, como requisito parcial, para obtenção do grau de Mestre em Ciências, Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas.

Data da Defesa: agosto de 2017

Banca examinadora:

Prof. Dr. Silmar Teichert Peske
(FAEM/UFPEL)

Eng. Agr. Dr. Géri Eduardo Meneghello
(FAEM/UFPEL)

Prof. Dr. Luis Osmar Braga Schuch
(FAEM/UFPEL)

Eng. Agr. Dr. Elisa Souza Lemes
(FAEM/UFPEL)

*Aos meus pais, Izabel e José Ricardo,
por todo carinho, sacrifício e incentivo, me
fazendo acreditar que esse sonho seria
possível...*

Ofereço e dedico.

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais e familiares que sempre estiveram presentes em todos os momentos, provendo a base para minha educação.

Aos “Nerds”: Janison, Pinguim, Robinho, Robertinho, Mauricio, Fabricinho, que sempre foram motivos de inspiração e parceria para vencermos juntos na vida.

Aos meus amigos de infância e UFV que se tornaram irmãos por toda a vida e sempre me apoiaram em cada decisão: Silvinho, Henrique, Pipoca, Marcus Cobal, Julião, Douglão, Marcinho, Dupin e Japa.

Grandes amigos de Monsanto que me acompanharam nessa jornada do profissionalismo: JG Guimaraes, Paulo Zamboni, JR Camargo, Cynthya Mendonça, Jose Buiate e Pedro Goya.

Ao time de Pesquisa de Produção da Monsanto: Matias, Merlin, Bosqueiro, Renata, Kamylla, Guima, Diegão e Vitor, por todo suporte na experimentação e entrega do projeto.

Aos Prof. Dr. Silmar Peske e Prof. Dr. Geri Meneghello pela orientação durante a elaboração desse trabalho.

À Monsanto Do Brasil Ltda por confiar e disponibilizar todos os recursos necessários para essa pesquisa e qualificação.

Resumo

PEREIRA, Ricardo Leite Pina. **Despendoamento em Linhagens Tropicais de Milho: Reflexos na Produtividade**. 2017. 45 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Sementes) – Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2017.

Durante o processo de produção de sementes de milho híbrido, o despendoamento, que consta na remoção dos pendões dos genitores femininos antes da emissão do pólen, é uma prática comumente realizada visando assegurar o controle dos cruzamentos. Essa operação historicamente foi realizada manualmente, entretanto, devido a uma série de fatores, vem sendo substituída pelo despendoamento mecanizado. Quando o despendoamento é realizado sem danificar a área foliar, pode causar interferências positivas na produção final, devido aos fotoassimilados serem translocados para a formação do grão na espiga, ao eliminar um dreno (pendão). Por outro lado, a retirada de folhas superiores, principalmente durante o despendoamento mecanizado, pode levar a reduções de produtividade, devido a alta sensibilidade da planta nesse estágio vegetativo, com a perda de área fotossinteticamente ativa. Esse trabalho teve como objetivo identificar e quantificar o efeito causado pelo despendoamento em linhagens tropicais de milho. O experimento foi realizado na região de Paracatu, MG, nas safras de Verão e Inverno, entre 2015 e 2016. Foram avaliadas 10 linhagens tropicais representativas do portfólio em 2 tratamentos (despendoadas e não despendoadas), quantificando variáveis importantes para produção de semente, tais como: (PRD) produtividade em kg/ha, (PMS) peso de mil sementes em kg e (SSU) unidade de semente comercializada em 80.000 sementes/ha. Os coeficientes de variação (CV) das análises foram baixos, demonstrando uma boa precisão experimental, e demonstrou que ao deixar somente 2 folhas acima da espiga, durante a prática do despendoamento, reduziu em 19,3% PRD (kg/ha), 1,8% PMS (kg) e 17,7% SSU/há. A desfolha é um fator crítico durante o processo de despendoamento, interferindo negativamente na produtividade e afetando diretamente o custo do produto, incentivando a busca por melhorias de processo ou métodos alternativos de despendoamento.

Palavras-chave: Milho; despendoamento; desfolha; linhagens; produtividade; peso de mil sementes; custo.

Abstract

PEREIRA, Ricardo Leite Pina. **Detasseling In Tropical Corn Inbreds: Reflex on Yield.** 2017. 45 f. Dissertation (Master Degree in Seeds Science & Technology) – Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2017

During corn seeds hybrid production, detasseling, which consists on tassel removal from female plant prior to pollen emission, a commonly performed practice to ensure control over corn plant crosses. This operation was historically carried out manually, however, due to a series of factors, it had been replaced by mechanical detasseling. When the detasseling is carried out no damaging the leaf area, it can cause positive interferences in the final production, due to photoassimilates be translocated to compose ear's grain, when eliminated a drain (tassel). On the other hand, the removal of upper leaves, mainly during the mechanized detasseling, could reduce yield due to high plant sensitivity at this vegetative stage when losing a photosynthetically active area. The objective of this study was to identify and quantify the effect caused by detasseling in tropical corn inbreds. The experiment was carried out in Paracatu-MG region, during the summer and winter seasons, between 2015 and 2016. Ten tropical inbreds representative of portfolio were evaluated in two treatments (detasseling and non-detasseling), quantifying variables important for seed production such as: (PRD) yield in kg/ha, (PMS) thousand seed weight in kg and (SSU) seed saleable unit at 80,000 kernel /ha. The coefficients of variation (CV) of the analyzes were low, showing a good experimental accuracy, demonstrating that when leaving only 2 leaves above the ear during the detasseling, it reduced in 19,3% PRD (kg/ha), 1,8% PMS (kg) and 17.7% SSU/ha. Defoliation is a critical factor during the detasseling process, negatively interfering in yield and directly affecting production cost, encouraging researches for process improvements or alternative methods.

Key words: Corn; detasseling; defoliation; inbreds; yield; thousand kernel weight; cost.

Lista de Figuras

Figura 1. Mapa da produção agrícola – Milho total (primeira e segunda safras).....	17
Figura 2. Evolução da Oferta e demanda de sementes de milho no Brasil.....	19
Figura 3. A: custo das operações de produção de campo; B: custo de produção de semente	24
Figura 4. A: Diversidade de altitudes; B: área de experimentação demarcada no pivô	27
Figura 5. Esquema de corte para do pendão no experimento de verificação da interferência do despendoamento em linhagens comerciais de milho.	31

Lista de Tabelas

Tabela 1. Produção, Consumo e Exportação de Milho (mil toneladas) no Brasil	16
Tabela 2. Características das linhagens utilizadas	28
Tabela 3. Tratamentos do Experimento.....	30
Tabela 4. Efeito dos tratamentos 'Não despendoado' e 'Despendoado' em PRD (Kg/ha)	34
Tabela 5. Efeito dos tratamentos 'Não despendoado' e 'Despendoado' em PMS (Kg) 35	
Tabela 6. Efeito dos tratamentos 'Não despendoado' e 'Despendoado' em SSU/ha ...	37

Sumário

1. INTRODUÇÃO	11
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	13
2.1. Milho: Biologia, História e Importância Econômica e Social.....	13
2.2. Mercado de Milho – Cenário Mundial e Nacional.....	15
2.3. Mercado de Semente de Milho	18
2.4. Produção de Semente de Milho Híbrido.....	20
2.4.1. Melhoramento Genético de Milho	20
2.4.2. Área Foliar e Produtividade	22
2.5. Despendoamento: Impactos e Alternativas.....	23
2.5.1. Custo de Produção	23
2.5.2. CMS.....	24
2.5.3. RHS	26
3. MATERIAL E MÉTODOS	27
3.1. Caracterização do Experimento.....	27
3.2. Planejamento do Experimento	29
3.2.1. Delineamento Experimental.....	29
3.2.2. Unidade Experimental	29
3.2.3. Tratamentos.....	30
3.2.4. Variáveis Mensuradas	31
3.2.5. Análise Estatística	32
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	34
5. CONCLUSÃO	39
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	40
ANEXOS	

1. INTRODUÇÃO

O milho é um dos cereais mais antigos do mundo e a interferência humana através de técnicas como o melhoramento genético, foi essencial para elevar a produtividade da cultura de milho. O desenvolvimento e a utilização do milho híbrido proporcionaram em um curto período, ganho de produtividade superior a 150%. A produção de milho a nível mundial, têm aumentado continuamente nas últimas décadas e no Brasil existe uma grande demanda por uma produção autossuficiente, estimulando esforços de melhoramento e produção de sementes híbridas de alta qualidade.

Na produção de sementes de milho híbrido, é necessário fazer o cruzamento de duas linhagens diferentes. Para assegurar a pureza genética, o despendoamento é prática mais comumente utilizada durante esse processo, entretanto seus diferentes métodos como o manual e o mecânico, podem favorecer ou prejudicar a planta.

Essa operação tem uma representatividade significativa nos custos de produção para as empresas de semente, chegando a representar 10% do seu custo total. Por sua relevância em diferentes aspectos como custo e qualidade, o tema é amplamente estudado visando oportunidades de melhoria na eficiência operacional, bem como quantificar seu impacto em produtividade e desenvolvimento de novas técnicas.

Em estudo complementar, ALDKERS et al. (2010) quantificou o impacto do despendoamento em linhagens de características temperadas representativas do portfólio da Monsanto nos USA. Demonstrou reduções de 7,5% e 20% de SSU/há quando removidas 4 e 6 folhas respectivamente.

O presente trabalho teve como objetivo quantificar o efeito do despendoamento na produtividade de linhagens tropicais de milho que tem representatividade no portfólio da Monsanto. Em condições de campo estudou-se o reflexo nas variáveis: produtividade, peso de mil sementes e em *Seeds Saleable Unit* (SSU/há) após a retirada do pendão, deixando 2 folhas acima da espiga.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. Milho: Biologia, História e Importância Econômica e Social

O milho, conforme sua classificação botânica, pertence à família *Poaceae*, subfamília *Panicoidea*, gênero *Zea*, espécie *mays* e subespécie *mays* (*Zea mays mays*). É uma gramínea anual e monóica (separação de sexo na mesma planta) o que favorece a alogamia. Com isso, mais de 95% de sua fecundação é cruzada, constituindo indivíduos genotipicamente diferentes entre si e que, geralmente, apresentam alto nível de heterozigose (VIEIRA, 2012; FORNASIERI FILHO, 2007).

É um dos cereais mais antigos do mundo, com registros por volta de 7.000 a.C no vale do Tehucan, onde hoje se localiza o México. Atualmente aceita-se a teoria de ser oriundo do teosinto, devido a composição genética similar, ao qual ambos possuem o mesmo número de cromossomos, sendo eles homólogos e se cruzam facilmente, resultando em descendentes férteis, sendo considerados da mesma espécie com várias subespécies. Por ser uma cultura domesticável, a ação do homem, ao longo dos anos, foi essencial para que o melhoramento genético por seleção atingisse os maiores potenciais produtivos da cultura (PATERNIANI; CAMPOS, 1999; LERAYER et al., 2006).

A produção de milho a nível mundial, têm aumentado continuamente nas últimas décadas, sendo uma das culturas mais importantes no mundo em função da sua capacidade produtiva, composição química e valor nutritivo (FIESP, 2016). A quantia destinada para a produção animal é de 70% da produção mundial, sendo utilizada na alimentação de aves, suínos e bovinos. A indústria, consumo humano e uma pequena parcela destinada a produção de sementes, completam essa cadeia (CRUZ, 2011).

A grande demanda por uma produção autossuficiente de milho no Brasil tem estimulado esforços de melhoramento, que são capazes de sustentar o desenvolvimento de plantas de alta performance, influenciando o sucesso dos programas de melhoramento no país. Tal sucesso foi decorrente do esforço realizado no final dos anos 60 e início da década de 70, através da ampliação da base genética, na coleta de variedades locais e obtenção de variedades melhoradas. Na mesma época também foi estimulado a introdução de variedades melhoradas desenvolvidos pelo Centro Internacional de Melhoramento de Milho e Trigo (CIMMYT) e de outros programas de desenvolvimento de germoplasma (GAMA et al., 1996).

A pesquisa genética aplicada ao melhoramento de plantas vem passando por inúmeras transformações e desafios ao longo dos anos. Além da elevada demanda, as novas necessidades e competitividades do mercado, o surgimento de novas doenças e pragas, a capacidade de adaptação aos ambientes e características específicas desejadas, são alguns exemplos. O melhoramento genético, é uma das mais expressivas técnicas que tem contribuído para o aumento de produtividade da cultura de milho. O desenvolvimento e a utilização do milho híbrido proporcionaram em curto período de tempo, um ganho de produtividade superior a 150% (BUENO et al., 2006).

2.2. Mercado de Milho – Cenário Mundial e Nacional

O terceiro levantamento do USDA demonstra análises interessantes para a safra mundial de milho 2017/18. Estima-se que a produção apresente queda de 3% comparada à safra anterior, em um montante de 1.037 bilhão de toneladas, onde EUA, China e Brasil representam aproximadamente 65% da produção mundial. Já com relação a relação consumo e estoque do cereal, existe uma grande expectativa de um novo recorde de consumo (1.064 bilhão de toneladas), o que geraria uma demanda maior do que a oferta global, refletindo uma queda de 11,7% nos estoques e chegando a patamares de 200 milhões de toneladas. EUA e China são responsáveis por mais de 50% do consumo mundial do milho e o Brasil ocupa a quarta colocação no ranking. As exportações demonstram queda e representam 152 M ton (FIESP, 2017).

Para manter o consumo interno projetado de 65,18 milhões de toneladas e garantir um volume razoável de estoques finais e o nível de exportações projetado, a produção projetada deverá situar-se em pelo menos 99,76 milhões de toneladas em 2024/25, conforme tabela 1. (CONAB, 2015).

Segundo projeções da FAO até o ano de 2024, o Brasil terá expansão na área de cultivo do milho e também uma melhoria de índices de produção versus o cenário atual como demonstrado na Figura 1, chegando a patamares de 5,2 t/ha versus a média de 4,8 t/ha nas safras 2014/2015 e 2015/2016 (EMBRAPA). Isso irá refletir em um aumento gradual do preço ao produtor em taxas de 5,5% ao ano. A tendência de crescimento de produção em ritmos mais acelerados que o consumo irá refletir em aumento de exportação, bem como a relação estoque e consumo, que atingiram níveis elevados e tendem a cair gradativamente até que se atinja índices na casa de 23% em 2024 (FAO).

Tabela 1. Produção, Consumo e Exportação de Milho (mil toneladas) no Brasil

Ano	Produção		Consumo		Exportação	
	Projeção	Limite superior	Projeção	Limite superior	Projeção	Limite superior
2015/16	81,06	95,05	56,07	57,79	22,33	30,47
2016/17	83,14	102,91	57,10	60,05	23,33	33,80
2017/18	85,22	109,44	58,12	62,13	24,40	37,05
2018/19	87,29	115,26	59,13	64,06	25,45	39,94
2019/20	89,37	120,64	60,14	65,88	26,50	42,64
2020/21	91,45	125,70	61,15	67,61	27,55	45,18
2021/22	93,53	130,52	62,16	69,27	28,60	47,61
2022/23	95,60	135,15	63,17	70,88	29,65	49,95
2023/24	97,68	139,63	64,17	72,44	30,70	52,21
2024/25	99,76	143,97	65,18	73,97	31,75	54,41
Variação %	26,30%		18,50%		51,20%	

Fonte: Elaboração da AGE/Mapa e SGE/Embrapa com dados da CONAB.

No Brasil o milho é cultivado em duas safras ao longo do ano na maioria das regiões. O milho de primeira safra é plantado em diferentes épocas nas diferentes regiões, entretanto vem demonstrando um recuo de plantio no período de verão, perdendo espaço para a soja por fatores como menor rentabilidade, os altos custos e o maior risco de produção. Já para segunda safra de milho (semeado a partir de janeiro, após a colheita da soja) a estimativa é de aumento na área semeada. A instabilidade climática é um grande desafio enfrentado pelos agricultores devido à escassez de chuva em algumas situações. Porém existe casos de prolongamento de janela de plantio fora do ideal para aproveitar o prolongamento das chuvas (CONAB, 2016 e 2017).

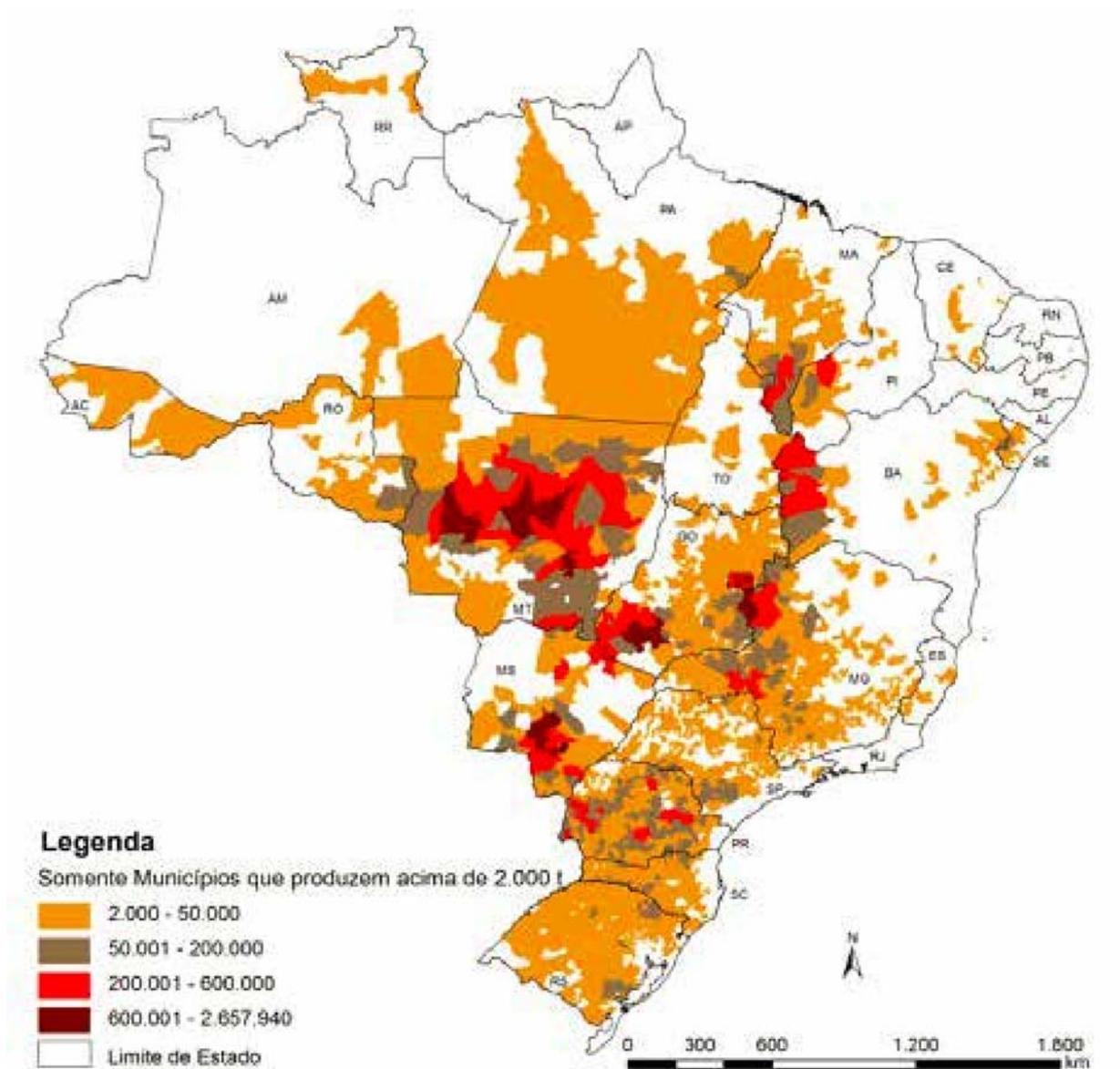


Figura 1. Mapa da produção agrícola – Milho total (primeira e segunda safras)

Fonte: Conab

2.3. Mercado de Semente de Milho

Conforme o cenário agrícola mundial descrito previamente, fortemente influenciado pelas variações nos estoques globais, reforçou a valorização do preço do milho no Brasil como um grande país produtor do cereal.

O nível de tecnologia desenvolvido nos últimos anos na produção de semente de milho tem sido essencial para enfrentar todos os desafios climáticos, trazendo flexibilidade e adaptabilidade no cultivo. Além disso, os avanços em trabalho de melhoramento objetivando ganho genético (produtividade, resistência a doenças e pragas e eficiência no controle de plantas daninhas) trouxeram impactos positivos no mercado e na produção de milho.

Em seu trabalho anual de levantamento de cultivares de milho disponibilizados no mercado, a EMBRAPA retrata um panorama com base em informações fornecidas pelas empresas detentoras e registros no MAPA (Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento). O custo médio do saco de semente de milho é de R\$324,72, a qual está fortemente influenciado pelas tecnologias disponíveis no mercado (PEREIRA FILHO; BORGHI, 2016).

Para a Safra 2016/2017 foram analisadas 315 cultivares sendo 68% transgênicos e 32% convencional. O percentual de híbridos é predominante no mercado dentre eles 68% simples, 3% simples modificado, 6% duplo, 17% triplo e somente 5% dos materiais são variedades. Uma grande clareza com relação a precocidade dos ciclos dos materiais sendo 25% hiper e superprecoces e 68% precoce. Além do seu destino de uso estar bem

voltado para grãos, existe aproximadamente 50% do mercado com características para silagem (planta ou grão úmido). (EMBRAPA, 2016).

A relação do volume de vendas de semente de pelo volume produzido já reflete nos 2 últimos anos um estreitamento que atinge 85%. Verifica-se claramente o crescimento gradativo da oferta e da demanda nos últimos 10 anos conforme Figura 2, demonstrando aproximadamente 60% de crescimento do negócio de sementes no país (APPS, 2017).

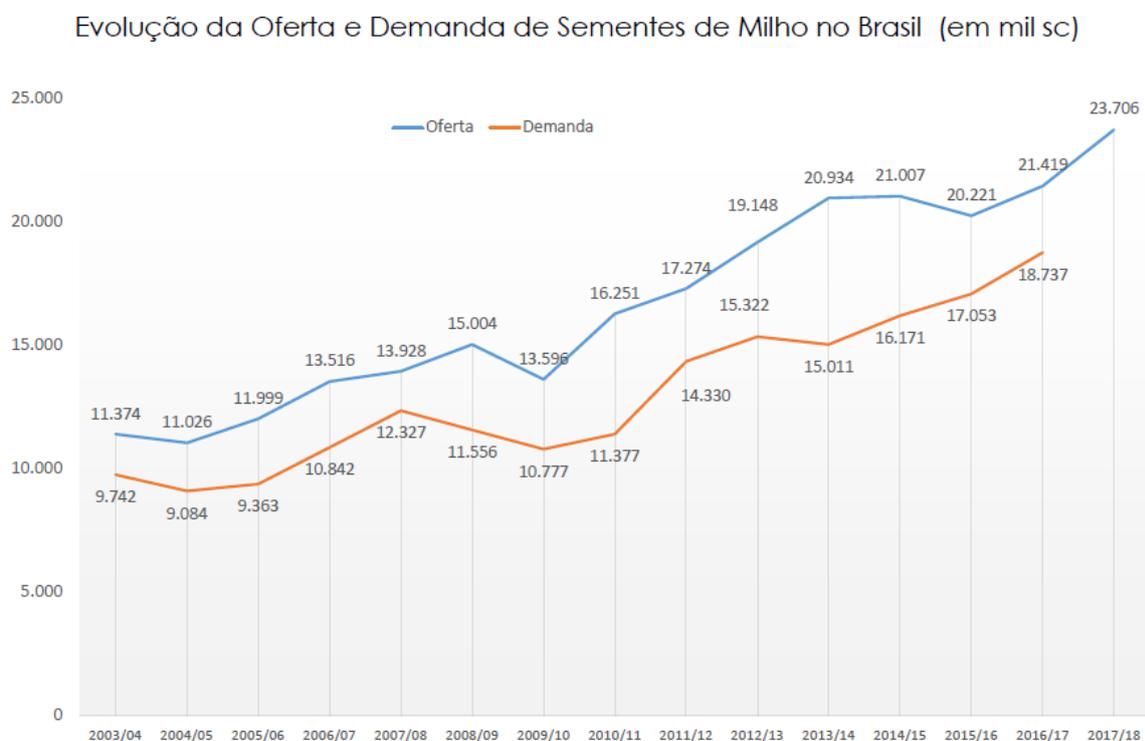


Figura 2. Evolução da Oferta e demanda de sementes de milho no Brasil

2.4. Produção de Semente de Milho Híbrido

2.4.1. Melhoramento Genético de Milho

2.4.1.1. Linhagens e Hibridação

As linhagens endogâmicas são fundamentais para produção de sementes de milho híbrido e são obtidas através da técnica de autofecundação, no qual o pólen de uma planta determinada é conduzido para os estilo-estigmas da espiga da mesma planta. Esse procedimento realizado sucessivamente leva à homozigose e sua consequente perda de vigor (MIRANDA; VIÉGAS, 1987). Entretanto ao se cruzar duas linhagens endogâmicas, o vigor é restaurado em uma combinação híbrida. (PATERNIANI; MIRANDA FILHO, 1987)

Ao se cruzar duas linhagens diferentes os descendentes apresentam vigor elevado, chamado de heterose, dando assim origem ao milho híbrido (SHULL, 1908). A hibridação é de grande importância para a produção comercial de milho, visando um cruzamento controlado e pureza genética do híbrido, bem como em programas de melhoramento de plantas visando ampliação da variabilidade genética (BORÉM, 2009).

2.4.1.2. Tipos de Milho Híbrido

Existem alguns tipos de milho híbrido disponíveis no mercado e são classificados mediante a composição do seu cruzamento genético. É nomeado híbrido simples quando advindo de um cruzamento de duas linhagens endogâmicas que tem produtividade limitada devido à perda de vigor e consequente elevado custo de produção de sementes. O híbrido duplo advindo do cruzamento de dois híbridos simples, utilizando então quatro

linhagens endogâmicas distintas. Neste caso são necessárias duas gerações para se obter o híbrido duplo. E o híbrido triplo que é o produto do cruzamento de um híbrido simples com uma linhagem endogâmica, sendo o híbrido simples o parental fêmea devido ao maior potencial produtivo (KOSHIMA, 2009).

2.4.1.3. Florescimento e Despendoamento

A inflorescência masculina (pendão) encontra-se no ápice da planta, após a folha bandeira, favorecendo a dispersão de pólen. Possui uma haste principal e ramificações secundárias. (FORNASIERI FILHO, 2007). A inflorescência feminina (espiga) encontra-se nas axilas foliares ao longo de determinada altura da planta e pode ocorrer produção de mais de uma espiga (GOODMAN; SMITH, 1987).

Algumas características são importantes no milho como a protandria, onde o florescimento masculino ocorre antes do feminino, com variação em número de dias conforme o germoplasma e até mesmo influência de fatores abióticos. Ou seja, o pendão começa a liberar o pólen antes da receptividade da espiga com duração média de dois a quatro dias. A dominância apical é observada na inflorescência feminina, ou seja, as espigas mais próximas ao pendão apresentam maior crescimento em relação as demais. Isso deve-se a síntese de auxina, fazendo com que a flor masculina controle o desenvolvimento das inflorescências femininas (VIANA, 2009).

O despendoamento é prática mais comumente utilizada durante um processo de produção de semente de milho híbrido, visando assegurar o controle dos cruzamentos. Conforme o método utilizado essa operação pode favorecer ou prejudicar a planta (MAGALHAES, 1999). Ela consiste na remoção dos pendões dos genitores femininos,

antes da emissão de pólen, evitando danos nas demais partes da planta (DE MENEZES, 1994).

Por muitos anos o despendoamento foi realizado manualmente, porém devido a baixa eficiência e disponibilidade de mão de obra qualificada, conseqüente aumento de custos e tamanho da área de produção de semente, o processo de despendoamento manual foi substituído e/ou associado ao despendoamento mecanizado (KOMATUDA, 2010).

Quando o pendão é retirado sem danos a área foliar, os fotoassimilados são induzidos para a espiga com grãos em formação, podendo assim causar uma interferência positiva na produção final (PAES; FAGIOLLI, 2005). Entretanto, pode-se ter prejuízos na produção final, caso retira-se folhas juntamente ao pendão, devido a alta sensibilidade da planta à remoção de área fotossinteticamente ativa (RESENDE, 2003).

2.4.2. Área Foliar e Produtividade

Fatores como a quantidade de radiação solar incidente, eficiência de interceptação e a conversão de radiação absorvida em massa, são fundamentais para o rendimento de grãos de milho (SANGOI et al., 2002). A planta de milho converge com muita eficiência carbono mineral em compostos orgânicos, que serão translocados das folhas e outros tecidos ativos para serem metabolizados ou estocados (FANCELLI, 2000). Os carboidratos acumulados nos grãos de milho têm sua origem nas seguintes proporções: 50% oriundos de folhas do terço superior do colmo, 30% do terço médio e 20% da parte basal (FORNASIERI FILHO, 2007).

A área foliar determina a taxa de crescimento da cultura, sendo as maiores taxas alcançadas quando a planta é capaz de interceptar 95% da radiação fotossintética ativa, demonstrando a importância de a superfície foliar no ciclo da cultura (VIEIRA, 2009). No milho a área foliar acima da espiga é inferior a 40% de sua extensão total, porém é a mais eficiente na produtividade de grãos e sua redução reduz consideravelmente a produtividade (ALVIM, 2010).

O desfolhamento em diversas severidades altera a relação fonte-dreno das plantas, reduzindo a produtividade e conseqüentemente afetando o rendimento econômico (DAROS et al., 2000).

2.5. Despendoamento: Impactos e Alternativas

2.5.1. Custo de Produção

A competitividade no mercado de produção de semente vem se tornando cada vez mais acirrada tendo em vista a gama de tecnologias cada vez mais acessíveis a todas as empresas através de programas de pagamento de taxa tecnológica (TT) ao detentor da patente. Com isso, características agronômicas oriundas do germoplasma visando produtividade e adaptabilidade regional e climática, além de preço final do produto, são de extrema importância para a saúde financeira de uma empresa.

O custo é fator primordial na composição final do preço de um produto, sendo assim processos com oportunidades de melhoria visando redução de custos, são cada vez mais estimulados em grandes organizações. O despendoamento tem uma participação representativa no custo final do produto chegando em média a 15% de todo

o custo das operações de produção de campo, e 10% de todo o custo de produção conforme Figura 3. (MONSANTO, 2016)

No processo de despendoamento mecânico ou manual constantemente busca-se alternativas para redução da desfolha, ou métodos alternativos como o uso de tecnologias CMS e RHS visando redução de custos.

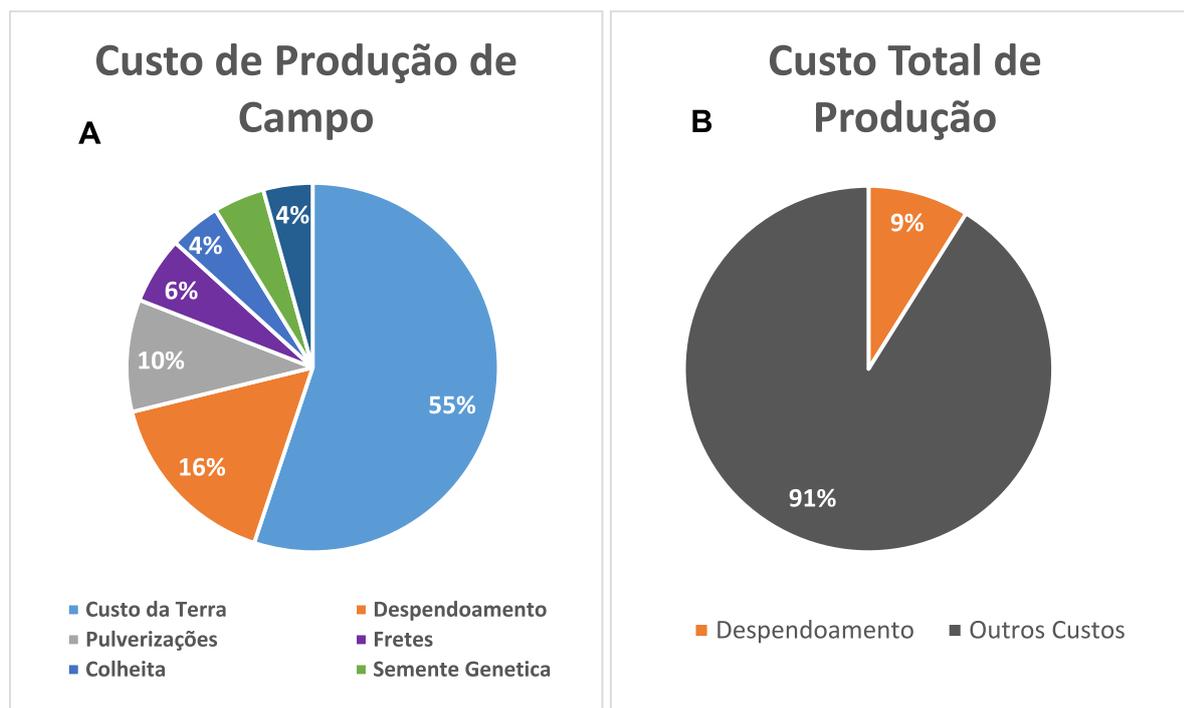


Figura 3. A: custo das operações de produção de campo; B: custo de produção de semente

2.5.2. CMS

O CMS (macho esterilidade citoplasmática) é uma característica hereditária condicionando por genes mitocondriais gerando a esterilidade masculina. São oriundos de mutações e rearranjos no DNA mitocondrial e só são herdáveis se transmitidos a partir do gameta feminino (SNUSTAD; SOLOMONS, 2001).

A CMS é uma característica que ocorre em 140 espécies de plantas e muitas das quais são de interesse agrônomo como arroz, girassol, sorgo e soja (LEVINGS, 1990).

A primeira descrição da esterilidade masculina no milho foi relatada por Rhoades em 1933 e, a partir daí a esterilidade masculina foi explorada por muitos pesquisadores (BIUDES, 2012).

De acordo com o Weider (2009), o milho (*Zea mays* L.) possui três tipos principais de citoplasma macho-estéril: citoplasma T de milho (Texas) (ROGERS; EDWARDSON, 1952), citoplasma S (USDA) (JONES, 1957) e C-citoplasma (Charrua) (BECKETT, 1971). Esses três tipos de CMS são definidos de acordo com os genes específicos do restaurador nuclear (genes RF).

O uso do CMS na agricultura resulta em vantagens significativas. A produção de semente de milho híbrido requer um cruzamento direcional entre duas linhagens, para garantir o fenômeno de vigor híbrido.

Segundo Vasconcelos et al. (1995) o uso de CMS não incrementa produtividade, além disso, o acúmulo de matéria seca e conversão de nutrientes para o grão não tiveram diferenças significativas.

Já um estudo realizado por Magalhães et al. (1999) comparando os diferentes métodos de despendoamento e uso de CMS, verificaram que o CMS proporcionou um aumento de rendimento de 10% em comparação com o uso de despendoamento mecânico.

2.5.3. RHS

Métodos de biotecnologia também já estão surgindo como alternativas para o despendoamento. O Roundup RHS (*Roundup Hybridization System*) é um exemplo de biotecnologia aprovada no Brasil em 2016 e que pode se tornar uma excelente ferramenta na produção de sementes de milho, caso apresente boa resposta às nossas condições climáticas e nenhuma interação adversa com o germoplasma tropical (RODRIGUES, 2017).

A tecnologia é baseada em mecanismo duplo com redução da expressão da proteína CP4-EPSPS no pendão e maximização da transferência do glifosato das folhas (fonte) até o pendão (dreno), inibindo a formação do gameta masculino quando a planta for submetida ao herbicida (FENG et. Al., 2014). Pouco ou nenhuma proteína CP4-EPSPS deverá ser produzida nas células mãe do micrósporo e do tapete pólen, proporcionando assim linhas de milho com tolerância seletiva de glifosato para facilitar a produção de sementes híbridas de milho (CNTBIO, 2016).

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Caracterização do Experimento

A região de Paracatu, Minas Gerais, é bem representativa e de grande importância para a produção de sementes a nível nacional, tendo em vista a alta disponibilidade de áreas irrigadas por pivô, o que é essencial para mitigação de risco do ponto de vista da necessidade hídrica da cultura e dependência direta de incidências de chuva nas áreas de plantio em sequeiro. Além disso, apresenta uma diversidade de altitudes a ser explorada para diferentes adaptabilidades de germoplasma demonstrado na Figura 4.A.

A região experimental é caracterizada por Latossolos Vermelhos distróficos, temperaturas médias de 23°C, máxima de 28°C e precipitações pluviiais concentradas do período de novembro a março com média de 135mm. O pivô está localizado geograficamente nas coordenadas (16° 53' 51.677" S) e (47° 6' 16.063" W) em altitude de 893m.

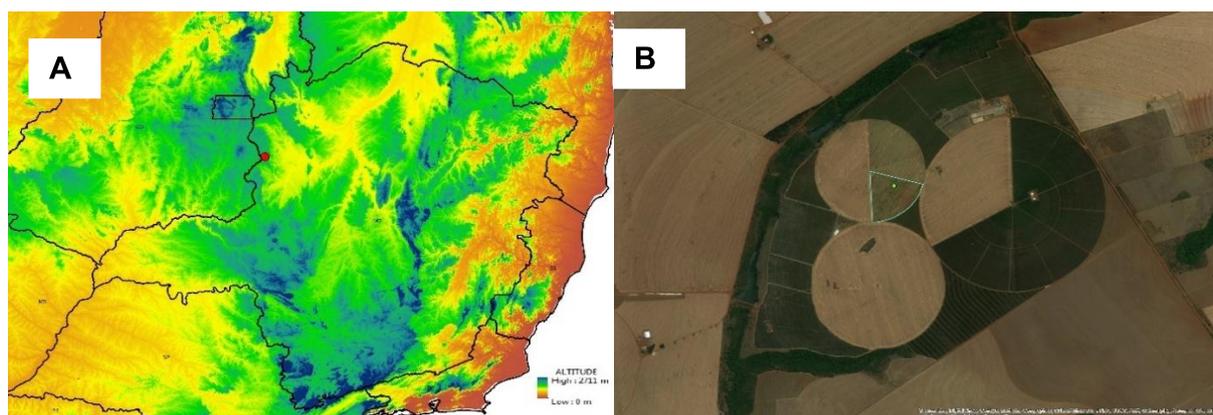


Figura 4. A: Diversidade de altitudes; B: área de experimentação demarcada no pivô
Fonte: RSTM – NASA

O experimento foi realizado entre os anos de 2015/2016 em duas safras de produção, sendo elas denominadas verão (plantio ocorrendo em agosto de 2015 e

colheita em janeiro de 2016) e inverno (plantio ocorrendo em fevereiro de 2016 e colheita em julho/2016).

As linhagens utilizadas no experimento demonstram uma representatividade de características do portfólio de materiais tropicais e algumas características foram importantes na tomada de decisão e ou avaliação das mesmas conforme descrito abaixo e constando na tabela 2. Sendo elas:

- i. **Altura de Planta:** realizou-se uma avaliação visual da parcela, escolhendo a planta mais representativa do material. Posteriormente, mediu-se a altura desde a superfície de solo até o ápice do pendão;
- ii. **Altura de Espiga:** realizou-se uma avaliação visual da parcela, escolhendo a planta mais representativa do material. Mediu-se a altura desde a superfície de solo até a inserção da espiga principal com o caule;
- iii. **S50:** número de dias após plantio onde 50% das plantas das fileiras centrais estavam com o estilo-estigma à mostra.

Tabela 2. Características das linhagens utilizadas

Linhagem	Altura de Planta (m)	Altura de Espiga (m)	S50 (GDU)	S50 (DIAS)
L1	2,09	0,90	914	67
L2	2,07	0,81	949	70
L3	2,09	0,68	905	64
L4	2,09	0,97	864	64
L5	2,09	1,10	989	72
L6	2,09	0,87	947	69
L7	2,12	1,18	899	66
L8	2,09	1,02	902	66
L9	2,11	1,23	891	67
L10	2,09	0,77	863	60

3.2. Planejamento do Experimento

3.2.1. Delineamento Experimental

O delineamento utilizado foi o Delineamento em Blocos Casualizados (DBC). O bloqueamento é utilizado como um controle local e permite que a causa de variação que afeta os resultados do experimento seja controlada, diminuindo o erro experimental. Assim, essa prática pode reduzir vícios (viés ou tendenciosidade) na estimação da média dos tratamentos (RIBOLDI, 1994).

O bloqueamento também facilita a condução do experimento. Pode-se ter, por exemplo, uma limitação de tempo para avaliação do experimento, ou seja, um bloco pode ser um período de avaliação (DOS ANJOS, 2009). No experimento realizado considerou-se cada safra de produção (Inverno e Verão) como um bloco, existindo-se assim, o efeito de repetições dentro de cada bloco.

3.2.2. Unidade Experimental

As parcelas foram constituídas por 6 fileiras de 5 metros cada, sendo as duas centrais úteis e as 2 laterais de cada lado como polinizadores. A semeadura foi realizada manualmente, com espaçamento entre fileiras de 0.7 metros com uma população de 100.000 plantas por hectare, ou seja, 35 plantas por fileira de 5 metros lineares em área irrigada por pivô.

A adubação utilizada foi 180-120-150 kg/ha (NPK), semeadura com 230 kg/ha de MAP na base e aplicação a lanço, pós semeadura de 250 kg/ha de KCl. Além disso em cobertura foram realizadas duas aplicações de 172 kg/ha de ureia cada (V3 e V5).

3.2.3. Tratamentos

O ensaio foi instalado em blocos casualizados com 8 repetições, dispostos num esquema fatorial 10x2. Os fatores são representados pelos genótipos (linhagens), utilizados como parental feminino e pela realização ou não da operação de despendoamento. Foram escolhidas 10 linhagens comerciais do portfólio da Monsanto (tabela 2), com tecnologias que facilitam o manejo agrônômico do experimento (tolerância ao glifosato e resistência a lagartas).

As linhagens foram expostas ao despendoamento e comparadas com a testemunha não despendoada (tabela 3). O despendoamento foi realizado quando 50% das plantas da parcela estavam com espigas visíveis, sem a exposição dos estilo-estigmas. A operação foi realizada com tesoura de poda, cortando-se as folhas superiores à espiga, deixando 2 folhas. O ponto de corte foi o terceiro nó acima da espiga principal, conforme a figura 5, cortando-se as partes das duas folhas acima da espiga próximo ao terceiro nó.

Tabela 3. Tratamentos do Experimento

Número	Tratamento
1	Despendoado – Pendão removido deixando-se 2 folhas acima da espiga.
2	Não despendoado



Figura 5. Esquema de corte para do pendão no experimento de verificação da interferência do despendoamento em linhagens comerciais de milho.

3.2.4. Variáveis Mensuradas

As parcelas foram avaliadas quanto as seguintes variáveis de rendimento:

- i. Descarte (DSC): Porcentagem de grãos que não ficam retidos na peneira 16 (diâmetro 6,4mm), mais grãos quebrados e carunchados. Para realizar essa avaliação, pesou-se 100g da amostra da sala de recebimento coletada no campo, passa esse material na peneira 16 e pesando o material que não ficou retido, livre de impureza (ex. pedaços de sabugo), mais grãos quebrados e carunchados que ficaram na peneira 16;
- ii. Grãos Ardidos (GAD): a avaliação foi realizada logo após a colheita. Pesou-se cada repetição de 100 gramas de sementes, destas foram separados os grãos ardidos, e pesou-se os mesmos;

- iii. Produtividade (PRD): volume colhido da parcela experimental corrigido a 13% de umidade e extrapolado para área equivalente a um hectare.
- iv. Peso de mil sementes (PMS): Pesou-se 100 sementes livres de grão ardidos e descarte, onde o peso obtido foi multiplicado por 1000 e depois aplicado a correção da umidade atual para a umidade padrão de 13% (cálculo de correção):

$$((\text{Umidade Inicial} - 13\%) \times 100) / (100 - 13\%)$$
- v. SSU (*Seed Saleable Unit*) – unidade utilizada para representar uma unidade em sacaria a ser comercializada com 80.000 sementes, comumente utilizado no mercado.

Essas avaliações compõem a fórmula para calcular a produtividade do produto final, em sacos de 80 mil sementes. A variável é dada na unidade de medida SSU/ha, sendo o cálculo é dado por:

$$\frac{\left[\text{PRD} \times \frac{(1 - \text{GAD})}{100} \times \frac{(1 - \text{DSC})}{100} \times 1000 \right]}{\text{PMS} * 80}$$

3.2.5. Análise Estatística

A Estatística Experimental foi proposta inicialmente na área de ciências biológicas por Ronald A. Fisher em 1919. Fisher propôs o uso da análise de variância (ANAVA) como ferramenta para análise e interpretação de dados. A ANAVA permite a decomposição do grau de liberdade e da soma de quadrados total em somas de

quadrados correspondentes às fontes de variação previamente definidas no planejamento do experimento.

Para as análises utilizou-se a Análise de Variância (ANAVA) para um DBC e para a comparação das médias considerou-se o teste de comparação múltipla de Tukey com o nível de significância de 5%. Todas as análises foram realizadas no programa R (R CORE TEAM, 2013), conforme Anexo II, usando a função "fat2.rbd" do pacote ExpDes.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com relação a precisão do experimento, ao estudar o Coeficiente de Variação (CV) de ensaios agrícolas, Pimentel-Gomes (1990) classificou-os da seguinte forma: baixos, quando inferiores a 10%; médios, entre 10 e 20%; altos, quando estão entre 20 e 30%; e muito altos, quando são superiores a 30%. Os coeficientes de variação (CV) desse ensaio foram de 16% para Produtividade, 8% para Peso de mil sementes e 17% para *Seed Saleable Unit*, demonstrando uma boa precisão experimental.

A análise de variância (ANAVA) da variável Produtividade mostrou que os fatores linhagens e tratamento, individualmente, foram significativos a 5%. As médias do tratamento diferem entre si, em Produtividade (tabela 4). Sendo assim, pode-se inferir, com 95% de confiança, que existe uma diferença significativa de 19,3% entre os tratamentos, ou seja, o despendoamento causa uma redução de 19,3% em Produtividade (kg/ha).

Tabela 4. Efeito dos tratamentos 'Não despendoado' e 'Despendoado' em PRD (Kg/ha)

Tratamentos	Médias
Não Despendoado	10,098 a
Despendoado	8,150 b

Médias seguidas da mesma letra, não diferem entre si a 0,05 de probabilidade (p-valor<5%) pelo teste de Tukey.

A redução de produtividade está relacionada com redução de folhas acima da espiga, tendo em vista que as folhas localizadas no terço superior do colmo, apresentam maior expressão para o acúmulo dos carboidratos no grão de milho. Confirmando as informações de Fornasieri Filho, 2007 de que a redução de produtividade de milho é decorrente de 2 principais fatores: localização das folhas retiradas da planta e redução da área foliar fotossinteticamente ativa.

Desfolhas em intensidade de 60% e 80% realizadas manualmente, como no experimento em questão, retirando parte de o limbo foliar na fase de pendoamento, levou a reduções de 24% e 49% respectivamente. Ressaltando a importância do desenvolvimento foliar dessa fase, principalmente para o posterior desenvolvimento reprodutivo (ROMA PEREIRA et al., 2012)

Com a eliminação da área foliar, além de reduzir a fonte, deixam o estigma desprotegido levando a intensa desidratação dessas estruturas reprodutivas, comprometendo a germinação dos grãos de pólen, formação de tubo polínico e a fertilização (VARGAS, 2010).

A ANAVA da variável Peso de mil sementes mostrou que os fatores linhagens e tratamento, individualmente, foram significativos a 5%. As médias do tratamento diferem entre si em Peso de mil sementes (tabela 5). Sendo assim, pode-se inferir, com 95% de confiança, que existe uma diferença significativa de 1,8% entre os tratamentos, ou seja, o despendoamento causa uma redução de 1,8% em Peso de mil sementes (kg).

Tabela 5. Efeito dos tratamentos 'Não despendoado' e 'Despendoado' em PMS (Kg)

Tratamentos	Médias
Não Despendoado	0,276 a
Despendoado	0,271 b

Médias seguidas da mesma letra, não diferem entre si a 0,05 de probabilidade (p-valor<5%) pelo teste de Tukey.

A relação entre taxa de crescimento da planta no início da floração e o desenvolvimento de grãos foi demonstrada por Gambín et al., 2006, ao se afirmar que o peso do grão é comprometido antes do período efetivo de enchimento caso exista restrição à fonte. A relação fonte-dreno é afetada pela desfolha, levando à formação de grãos leves e pequenos, reduzindo então seu Peso de mil sementes (FANCELLI; DOURADO-NETO, 2001).

Alguns experimentos relatam a não detecção de diferenças significativas de PMS entre desfolha no florescimento e plantas não submetidas a desfolha (FANCELLI, 1988). Entretanto, diversos autores corroboram com o resultado encontrado no ensaio, como Dungan e Woodworth (1939) observando redução progressiva do Peso de mil sementes com o aumento da desfolha. ROMA PEREIRA et al. (2012) além de identificar a redução do Peso de mil sementes, demonstra que durante o pendoamento, quando ocorre índices de 80% de desfolha, afeta o tamanho da espiga.

Resultados interessantes são demonstrados por Alvim et al. (2010), que mesmo demonstrando o impacto em Peso de mil sementes quando ocorrido desfolha total ou perdas de folha acima da espiga, não identificou estatisticamente a redução do Peso de mil sementes em desfolhas no nível basal ou intermediário da planta. Seus resultados mostram que as reservas que se acumulam no colmo durante desenvolvimento vegetativo, foram suficientes para servir de fonte para enchimento de grãos.

A ANAVA da variável *Seeds Saleable Unit* mostrou que os fatores linhagens e tratamento, individualmente, foram significativos a 5%. As médias do tratamento diferem entre si, em *Seeds Saleable Unit* (tabela 6). Sendo assim, pode-se inferir, com 95% de confiança, que existe uma diferença significativa de 17,7% entre os tratamentos, ou seja, o despendoamento causa uma redução de 17,7% em SSU/ha.

Tabela 6. Efeito dos tratamentos 'Não despendoado' e 'Despendoado' em SSU/ha

Tratamentos	Médias
Não Despendoado	428,8 a
Despendoado	352,7 b

Médias seguidas da mesma letra, não diferem entre si a 0,05 de probabilidade (p -valor<5%) pelo teste de Tukey.

As variáveis Produtividade e Peso de mil sementes sofreram influência do tratamento em linhagens despendoadas, com reduções de 19,3% e 1,8% respectivamente quando comparadas ao tratamento de linhagens não despendoadas. Essas variações foram também identificadas em diferentes níveis e experimentos tais como Kiesselbach (1945) que ao retirar 3 folhas identificou 16% de redução. KOMATUDA et al. (2006) identificaram 24.5% de redução de Produtividade ao utilizar máquinas para retirar 90% dos pendoes.

EGHAREVBA et al. (1976) demonstram que a granação nas pontas das espigas não ocorreu em plantas com desfolha, bem como o Peso de mil sementes era menor que a testemunha do experimento. O número de sementes por espiga reduziu ainda mais que o Peso de mil sementes quando as folhas foram retiradas 10 dias após florescimento.

Como as duas variáveis mencionadas são componentes do cálculo da variável em estudo SSU/ha (*Seed Saleble Unit*) comumente utilizada no mercado de sementes para quantificar uma sacaria com 80.000 sementes, nota-se a relação direta com o resultado demonstrado no experimento de redução de 17,7% de SSU/ha em linhagens tropicais. No Tabela 7 mostra-se as medias das variáveis *Seeds Saleable Unit* (SSU/ha), Peso de mil sementes (kg) e Produtividade (kg/ha) das linhagens avaliadas no experimento e ordenadas pela variável de maior importância (SSU/ha).

Tabela 7. Médias das variáveis SSU, PMS e PRD das linhagens avaliadas no experimento.¹

Linhagens ²	Médias		
	SSU/há	PMS (Kg)	PRD (Kg/ha)
L1	555,80 a	0,234 e	11436,63 a
L5	481,10 b	0,236 e	10358,57 ab
L7	445,44 b	0,271 cd	11323,35 a
L9	385,40 c	0,295 b	9776,58 bc
L10	372,11 c	0,269 d	8439,49 d
L2	366,73 cd	0,286 bcd	8748,68 cd
L6	349,83 cde	0,229 e	7009,20 e
L8	337,14 cde	0,303 ab	8461,40 d
L4	315,54 de	0,287 bc	7636,82 de
L3	302,42 e	0,317 a	8120,17 de

¹ Médias seguidas de mesma letra na vertical não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey

² Linhagens ordenadas pela variável SSU/ha

5. CONCLUSÃO

As 10 linhagens tropicais avaliadas, representativas do portfólio da Monsanto, demonstram redução superior a 17% de SSU/ha quando despendoadas deixando somente 2 folhas acima da inserção da espiga.

Há variabilidade genética das linhagens em relação a *Seeds Saleble Unit* podendo alcançar mais de 50%.

A desfolha durante o processo de deprendoamento é fator crítico para assegurar produtividade final, por interferir negativamente em componentes como Produtividade (kg/ha) e Peso de mil sementes (kg).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALDERKS, D.J.; FONSECA, A.E.; SCHUSTER, C.L. **Tassel Removal** (Cutting and Pulling) Effect on Female Inbreds, Monsanto Production Research, 2010.

ALVIM, K.R. de T. Quantificação da área foliar e efeito da desfolha em componentes de produção de milho. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 40, n. 5, 2010.

ALVIM, K.R.de T. Redução da área foliar em plantas de milho na fase reprodutiva. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 58, n. 4, 2011.

APPS. **Evolução da Oferta e demanda de sementes de milho no Brasil**. Disponível em: <http://www.apps.agr.br/upload/evolucaooferta_fechamentosafra16_17.pdf?pagina=Relatorio/31>. Acesso em: 2017.

BECKETT, J. B. Classification of male-sterile cytoplasm in maize (*Zea mays* L.). **Crop Science**, Madison, p. 724-27, 1971.

BIUDES, G.B. **Eficiência e estabilidade do macho esterilidade genético citoplasmática na obtenção de híbridos de milho**. 2012. 140 p. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento de Plantas) -Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2012.

BOREM, A. **Hibridação Artificial de Plantas**. Editora da UFV, Viçosa, p. 625, 2009.

BUENO, L.C.S.; MENDES, A.N.G.; CARVALHO, S.P. **Melhoramento Genético de Plantas**: Princípios e Procedimentos. UFLA, Lavras, p.319, 2006.

CONAB. **Levantamento de Safras**. Disponível em:

<<http://www.conab.gov.br/conteudos.php?a=1253&t=2>> .Acesso em: 2017

CRUZ, J. C. **Cultivo do Milho: Sistema de Produções**. Embrapa Milho e Sorgo/ Sete Lagoa, 2011.

DAROS, E. Estresses por Sombreamento e Desfolhamento no Rendimento e seus Componentes da Variedade de Feijão Carioca. **Scientia Agraria**, Curitiba, v. 1, n. 1, p. 55-61, 2000.

MENEZES, N.L de; CÍCERO, S.M. Efeitos da antecipação do despendoamento em plantas de milho sobre a área foliar, produção e qualidade de sementes. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Jaboticabal, v. 29, n. 5, p. 733-741, 1994.

DOMINGOS, G.; CRISTOFOLETTI, P.T.; LEANDRO, K. Effect of detasseling in Tropical Corn Inbred, FY16. **Monsanto Service Library**, Uberlandia, 2017.

ANJOS, F.P. dos. **Planejamento de Experimentos**. Clube de Autores, 2009.

DUNGAN, G.H.; WOODWORTH, C.M. Loss resulting from pulling leaves with the tassels in detasseling corn. **Journal of the American Society of Agronomy**, Washington, 1939.

EGHAREVBA, P.N., HORROCKS, R.D., ZUBER, M.S. Dry matter accumulation in maize in response to defoliation. **Agronomy Journal**, Madison, p. 40-43, 1976.

EMBRAPA. **Mercado de Sementes de Milho no Brasil Safra 2016/2017**.

EMBRAPA/Sete Lagoa, 2016.

FANCELLI; A.L. Fisiologia da produção e aspectos básicos de manejo para altos rendimentos. IN: SANDINI, I.; FANCELLI; A.L. **Milho: Estratégias de Manejo para a Região Sul**. Guarapuava, Fundação de Pesquisa Agropecuária, Jaboticabal, p.103-116, 2012.

FANCELLI, A.L. **Influência do desfolhamento no desempenho de plantas e de sementes de milho** (*Zea mays* L.). ESALQ, Piracicaba, 1988.

FANCELLI, A.L.; DOURADO-NETO, D. **Milho: Tecnologia e Produtividade**. ESALQ, Piracicaba, p. 259, 2001.

FENG, P.C.C. Improving hybrid seed production in corn with glyphosate-mediated male sterility. **Pest management science**, Washington, v. 70, n. 2, p. 212-218, 2014.

FERREIRA, E.B.; CAVALCANTI, P.P.; NOGUEIRA, D.A. ExpDes: experimental designs package. **R-package version**, Cambridge, v. 1, n. 2, 2013.

FIESP. **Safra Mundial de Milho 2016/17 – 2º Levantamento do USDA**. Disponível em: < <http://www.fiesp.com.br/indices-pesquisas-e-publicacoes/safra-mundial-de-milho2/>. Acesso em: 2017

FIESP. **Safra Mundial de Milho 2017/18 – 3º Levantamento do USDA**. Disponível em: <<http://www.fiesp.com.br/indices-pesquisas-e-publicacoes/safra-mundial-de-milho2/>>. Acesso em: 2017.

FORNASIERI FILHO, D. **Manual da cultura do milho**. Funep, Jaboticabal, p. 547-576, 2007.

GAMA, E.E.G. **O programa de melhoramento de milho do Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo CNPMS-EMBRAPA, Brasil**. In: Embrapa Milho e Sorgo-

Artigo em anais de congresso (ALICE). In: REUNION DE COORDINADORES SURAMERICANOS DE PROGRAMAS DE MAIZ, 4., 1996, Cali. Memorias... Mexico: CIMMYT, p. 33-73, 1996.

GAMBÍN, B.L.; BORRÁS, L.; OTEGUI, M.E. Source–sink relations and kernel weight differences in maize temperate hybrids. **Field Crops Research**, Madison. v. 95, n. 2, p. 316-326, 2006.

JONES, D.F.; STINSON, H.T.; KHOO, U. Pollen restoring genes. **Connecticut Agricultural Experiment Station Bulletin**, New Haven, v. 610, n. 1, p. 1-43, 1957.

KIESSELBACH, T.A. The detasseling hazard of hybrid seed corn production. **Journal of the American Society of Agronomy**, Washington, p. 806-811, 1945.

KOMATUDA, A.S. Influência de métodos de despendoamento na produtividade e na qualidade das sementes de milho. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Viçosa, v. 5, n. 03, 2010.

KOSHIMA, F.A.T. **Estabilidade e adaptabilidade para caracteres de produção em linhagens de milho**. 2009. Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal, 2009.

LERAYER, A. VILLARI, A.C. MARQUES, D. **Conselho de Informações sobre Biotecnologia**. Guia do Milho Tecnologia Do Campo À Mesa, São Paulo, 2006.

LEVINGS, C.S. The Texas cytoplasm of maize: cytoplasmic male sterility and disease susceptibility. **Science**, Madison, v. 250, p. 942–947, 1990.

MAGALHÃES, P.C.; DURAES, F.O.M.; OLIVEIRA, A.C.; GAMA, E.E.G. Efeitos de diferentes técnicas de despendoamento na produção de milho. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v.56, n.1, p.77-82, jan., 1999.

MIRANDA FILHO, J.B.; VIÉGAS, G.P. O melhoramento de milho no Brasil.

Melhoramento e produção do milho, Campinas, v. 1, p. 325, 1987.

OCDE - Organização para Cooperação e o Desenvolvimento Econômico e Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação - **Perspectivas Agrícolas 2015-2024**. Disponível em: <<https://www.fao.org.br/download/PA20142015CB.pdf>> Acesso em: 2017.

PATERNIANI, E.; CAMPOS, M. S. **Melhoramento do milho**. In. BORÉM, A. Melhoramento de espécies cultivadas. Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, p. 817, 1999.

PATERNIANI, E.; MIRANDA FILHO, J. B. Melhoramento de populações.

Melhoramento e produção do milho, Campinas, v. 1, p. 217-264, 1987.

PEREIRA FILHO, I.A.; BORGHI, E. **Mercado de sementes de milho no Brasil: safra 2016/2017**. Embrapa Milho e Sorgo, Londrina, 2016.

PIMENTEL-GOMES, F **Curso de estatística experimental**. Nobel, Piracicaba, 1990.

R CORE TEAM. **R: A language and environment for statistical computing**. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria, 2013.

RESENDE, M.; ALBUQUERQUE, P.E.P.; COUTO, L. **A cultura do milho irrigado**. Embrapa Informação Tecnológica, Brasília, p. 317, 2003.

RIBOLDI, J. **Planejamento e análise de experimentos**. UFRG/Instituto de Matemática, Porto Alegre, v. 2, 1994.

RODRIGUES, L.A. **Consequências da utilização do macho esterilidade genético citoplasmática no desempenho de híbridos de milho**. 2017. 73 p. Dissertação (Mestrado Profissional em Genética e Melhoramento de Plantas) -Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2017.

ROGERS, J.S.; EDWARDSON, J.R. The utilization of cytoplasmic male-sterile inbreds in the production of corn hybrids. **Agronomy Journal**, Madison, v. 44, p. 8-13, 1952.

PEREIRA, M.J.R. Características morfoagronômicas do milho submetido a diferentes níveis de desfolha manual. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 59, n. 2, 2012.

SANGOI, L.; ALMEIDA, M.L.; SILVA, P.R.F.; ARGENTA, G. Bases morfofisiológicas para maior tolerância dos híbridos Modernos de milho a altas densidades de plantas. **Bragantia**, Campinas, p. 101-110, 2002.

SHULL, G. For a good discussion of inbreeding see. **The Journal of Heredity**, Uttar Pradesh, v. 4, n. 1, p. 296-301, 1908.

SHULL, G.H.A pure line method of corn breeding. **Report American Breeders Association**, Washington, v.5, p. 51-59, 1909.

SNUSTAD, D.P.; SIMMONS, M.J. **Fundamentos de genética**. Guanabara Koogan, São Paulo, p. 756, 2001.

VARGAS, V. P. **Manejo da adubação nitrogenada na recuperação de estresses em milho**. 2010. 2010. Centro de Ciências Agroveterinárias, Universidade do Estado de Santa Catarina, Lages.

VASCONCELOS, C. A. et al. Práticas de despedramento em milho tropical e seus efeitos na nutrição mineral e eficiência nutricional. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 30, n. 3, p. 353–358, 1995.

VIANA, J.M.S.; SILVEIRA M.G.; PACHECO, C.A.P.; CRUZ, C.D. E.; CARVALHO, C.R. **Hibridação em milho**. In: BORÉM, A. Hibridação artificial de plantas. Editora UFV, Viçosa, p. 469-496, 2009.

WEIDER, C.; STAMP P.; CHRISTOVIC N.; HÜSKEND A.; FOUEILLASSARE X.; CAMPB K. H.; MUNSCHB M. Stability of Cytoplasmic Male Sterility in Maize under Different Environmental Conditions. **Crop Science**, Madison, vol. 49, 2009.

ANEXOS

Anexo A.

Codificação Programa R: função "fat2.rbd" da biblioteca Experimento Despendoamento

```
#####  
###                               Universidade Federal de Pelotas                               ###  
###                               Dissertação de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes ###  
###                               Efeito do despendoamento em linhagens tropicais de milho       ###  
#####  
# Bibliotecas  
library(ExpDes)  
#Lendo os dados  
dados <- read.delim("C:/Users/Documents/ANALISES/DATASSELING/data.txt")  
#Resumo dos dados/ verificacao  
summary(dados)  
#####  
#VARIAVEIS  
#Criando a variavel que produz o efeito Rep. dentro do Bloco  
dados$Bloco<-paste(dados$season,dados$repNumber)  
#Definindo os fatores e variaveis respostas  
Tratamento<-as.factor(dados$Treatment) #Fator 1  
Linhagens<-as.factor(dados$pedigreeName) #Fator 2  
Bloco<-as.factor(dados$Bloco) # Bloco: Repetições dentro de Season  
Resp1<-as.numeric(dados$SSU) #Variável resposta 1  
Resp2<-as.numeric(dados$TKW) #Variável resposta 2  
Resp3<-as.numeric(dados$DSC) #Variável resposta 3  
Resp4<-as.numeric(dados$YLD) #Variável resposta 4  
#####  
#ANOVA e Teste de Tukey por variável resposta  
#Função para DBC a dois fatores, pacote ExpDes:  
#fat2.rbd(factor1, factor2, block, resp, mcomp = "tukey", fac.names = c("F1", "F2"), sigT = 0.05,  
sigF = 0.05)  
#SSU  
fat2.rbd(Tratamento, Linhagens, Bloco, Resp1, mcomp = "tukey", fac.names = c("Tratamento",  
"Linhagens"), sigT = 0.05, sigF = 0.05)  
#TKW  
fat2.rbd(Tratamento, Linhagens, Bloco, Resp2, mcomp = "tukey", fac.names = c("Tratamento",  
"Linhagens"), sigT = 0.05, sigF = 0.05)  
#DSC  
fat2.rbd(Tratamento, Linhagens, Bloco, Resp3, mcomp = "tukey", fac.names = c("Tratamento",  
"Linhagens"), sigT = 0.05, sigF = 0.05)  
#YLD  
fat2.rbd(Tratamento, Linhagens, Bloco, Resp4, mcomp = "tukey", fac.names = c("Tratamento",  
"Linhagens"), sigT = 0.05, sigF = 0.05)  
#####
```