

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
FACULDADE DE AGRONOMIA
CURSO DE AGRONOMIA
AGR 99006 –DEFESA DO TRABALHO DE CONCLUSÃO

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

LEONARDO FERREIRA CENCI

MATRÍCULA: 00181001

**TESTE DE LINHAGENS PARENTAIS EMPREGADAS NO
DESENVOLVIMENTO DE VARIEDADES HÍBRIDAS DE MILHO**



PORTO ALEGRE, setembro de 2014

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL

FACULDADE DE AGRONOMIA

CURSO DE AGRONOMIA

LEONARDO FERREIRA CENCI

MATRÍCULA: 00181001

**TESTE DE LINHAGENS PARENTAIS EMPREGADAS NO
DESENVOLVIMENTO DE VARIEDADES HÍBRIDAS DE MILHO**

Supervisor de campo do Estágio: Eng. Agr. Marcos Antônio Bosqueiro

Orientador Acadêmico do Estágio: Eng. Agr., Dr. Prof. Itamar Cristiano Nava

COMISSÃO DE AVALIAÇÃO

Profa. Mari Lourdes Bernardi - Departamento de Zootecnia - Coordenadora

Profa. Beatriz Maria Fedrizzi - Departamento de Horticultura e Silvicultura

Prof. Elemar Antonino Cassol - Departamento de Solos

Prof. Josué Sant'ana - Departamento de Fitossanidade

Profa. Lúcia Brandão Franke - Departamento de Plantas Forrageiras e Agrometeorologia

Profa. Renata Pereira da Cruz - Departamento de Plantas de Lavoura

PORTO ALEGRE, setembro de 2014

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente ao meu Deus pelo dom da vida, perseverança e existência.

Aos meus queridos pais, Celso Carlos Cenci e Izelda Ferreira Cenci, pelos ensinamentos, carinho e dedicação para com minha evolução.

A todos meus familiares, de forma especial à minha irmã Luana Ferreira Cenci que acompanhou diversas etapas de minha vida, e a meus tios-amigos Ana Degi Degasperi, Silvane Scalco, Fabiano Degasperi e Vinícius Scalco.

Cabe agradecer a meus colegas e professores que acompanharam a jornada de muitos trabalhos a partir do semestre AGROUFRGS 2009/2.

Aos meus amigos e fiéis companheiros que atuaram junto nesta divertida e focada caminhada, tais como: Aline Procedi, Laís Miozzo, Leonardo Guasso, Milena Zambiasi, Taís Altmann, Luís Henrique e os membros do clube do bolinha. Também agradeço aos amigos Douglas Sabadin, Henrique Scorsatto, Bárbara Portela e Márcio Schenatto que, em certos momentos, descobrimos nossa irmandade.

Agradeço ao professor orientador, Doutor Itamar Cristiano Nava pelas orientações e conhecimentos compartilhados na área de melhoramento genético de plantas.

Por fim agradeço a UFRGS e a empresa Monsanto do Brasil pela oportunidade de aprendizado e aplicação de conhecimentos práticos em Agronomia. Agradeço de forma especial ao orientador de estágio, Engenheiro Agrônomo Marcos Antônio Bosqueiro e a equipe de QA&PT pela atuação firme junto a realização do estágio de verão 2013.

“Algum louco resolveu que era possível criar flores no inverno,
e hoje em dia temos rosas o ano inteiro, em toda Europa”.

Paulo Coelho

RESUMO

O presente trabalho de conclusão de curso foi elaborado com base no estágio realizado na empresa Monsanto do Brasil, em áreas experimentais e de multiplicação de sementes de híbridos comerciais de milho (*Zea mays* L.), nos municípios de Uberlândia-MG, Itaí-SP, Catalão-GO e Uberaba-MG. O estágio ocorreu no período de 07 de janeiro a 08 de março de 2013, compreendendo o total de 300 horas. O objetivo foi acompanhar e compreender os testes realizados com linhagens superiores de milho empregadas no desenvolvimento de híbridos comerciais da empresa. As principais atividades desenvolvidas foram: seleção de novas áreas para a instalação dos experimentos de campo, acompanhamento e condução de práticas aplicadas nos testes parentais envolvendo linhagens superiores de milho e análise técnica da viabilidade econômica e operacional da aquisição de uma colhedora-debulhadora de parcelas experimentais. Estas atividades permitiram aplicar na prática muitos dos conhecimentos teóricos adquiridos em diversas áreas ao longo do curso de Agronomia. O estágio proporcionou aprendizado, experiência e fortalecimento profissional junto à uma empresa multinacional, que contribui significativamente para o desenvolvimento do agronegócio brasileiro.

LISTA DE FIGURAS

	Página
Figura 1. Aspectos morfológicos e reprodutivos do milho cultivado	12
Figura 2. Semeadora de parcelas experimentais.....	20
Figura 3. Enovelamento de estigmas em linhagens fêmea de milho	21
Figura 4. Diferentes taxas de exteriorização de pendões em linhagens macho de milho.....	23
Figura 5. Severidade de esqueletonização em pendões de linhagens macho de milho.....	24
Figura 6. Esquema de colheita manual e mecanizada de linhagens de milho	24
Figura 7. Colhedora-debulhadora de parcelas experimentais de milho.....	25

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	7
2. CARACTERIZAÇÃO DO LOCAL DE REALIZAÇÃO DO ESTÁGIO	8
2.1. Localização	8
2.2. Solo	8
2.3. Clima.....	8
2.4. Potencialidades da região para a produção de milho	9
3. CARACTERIZAÇÃO DA INSTITUIÇÃO DE REALIZAÇÃO DO ESTÁGIO	9
4. REFERENCIAL TEÓRICO	11
4.1. Origem, evolução e domesticação do milho	11
4.2. Aspectos morfológicos e reprodutivos do milho cultivado	11
4.3. O milho como espécie cultivada	14
4.4. Fatos históricos do desenvolvimento e utilização de híbridos de milho.....	15
4.5. Melhoramento genético de milho	16
4.5.1. Desenvolvimento de linhagens endogâmicas.....	16
4.5.2. Teste de linhagens em combinações híbridas	17
4.5.3. Etapas de recomendação de um novo híbrido (pós-melhoramento)	18
5. ATIVIDADES REALIZADAS	18
5.1. Escolha de áreas experimentais	19
5.2. Instalação e avaliação de bioensaios	19
5.3. Instalação das áreas experimentais para os testes parentais.....	20
5.4. Avaliação de linhagens endogâmicas parentais	21
5.4.1. Linhagens fêmeas – receptoras de pólen.....	21
5.4.2. Linhagens macho – doadoras de pólen	22
5.5. Projeto realizado	24
6. DISCUSSÃO	26
7. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	28
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	28

1. INTRODUÇÃO

O milho (*Zea mays* L.) é uma das espécies mais cultivadas no mundo. Cerca de 960 milhões de toneladas de milho são produzidas anualmente ao redor do planeta. Entre os maiores produtores da cultura destacam-se os Estados Unidos, China e Brasil. No Brasil, aproximadamente 15 milhões de hectares foram cultivados com milho na safra de 2013, alcançando a produção de 82 milhões de toneladas (~5,4 toneladas por hectare). Na mesma safra, aproximadamente 35 milhões de hectares foram cultivados nos Estados Unidos, com produção de 355 milhões de toneladas (~9,57 toneladas por hectare) (USDA, 2014).

Diante da importância do milho no cenário nacional e internacional, um grande volume de recursos financeiros é alocado principalmente por empresas privadas no desenvolvimento de híbridos superiores e tecnologias modernas de produção. Para que esses híbridos possam ser lançados no mercado e chegar até o produtor, os mesmos devem apresentar uma série de atributos, como por exemplo: pureza genética, reproducibilidade, potencial de rendimento, estabilidade de rendimento, resistência genética as principais doenças de cada região produtora, tolerância a estresses abióticos, entre outros. Incorporar todas essas características em uma única variedade híbrida representa um grande desafio às empresas de sementes e requer muito tempo, trabalho e profissionais qualificados.

Diversos fatores contribuíram decisivamente para a escolha da área de atuação e local do estágio, entre eles: (i) o grande interesse pela área de produção vegetal, desenvolvido no decorrer do curso de Agronomia da UFRGS, (ii) a Monsanto é uma das empresas líder em produção de sementes e biotecnologias no Brasil e no mundo, (iii) a necessidade de aprimorar os conhecimentos técnicos e científicos envolvidos na cultura do milho e, (iv) adquirir experiência e qualificação profissional, uma vez que a cultura do milho representa grandes oportunidades de trabalho para os futuros profissionais da área de Agronomia.

O estágio foi realizado no período de 07 de janeiro a 08 de março de 2013, na empresa Monsanto do Brasil em Uberlândia, MG, junto à equipe “*Quality Assurance & Parental Test*” - QA & PT. O estágio teve como principais objetivos acompanhar e compreender os diversos experimentos que são realizados com as linhagens superiores de milho empregadas no desenvolvimento de híbridos comerciais. Estes experimentos visam coletar resultados que possam garantir a produtividade, qualidade e pureza genética em campos de multiplicação de sementes da empresa. Assim, a seleção de novas áreas para a instalação dos experimentos de campo, planejamento e condução dos experimentos e coleta de resultados fizeram parte da rotina de atividades realizadas durante o estágio curricular.

2. CARACTERIZAÇÃO DO LOCAL DE REALIZAÇÃO DO ESTÁGIO

2.1. Localização

A maior parte das atividades realizadas durante o período de estágio concentrou-se na unidade de produção de sementes de Uberlândia, MG. No entanto, como as linhagens parentais de milho são avaliadas em diversos locais, também foi possível participar durante o estágio de atividades em experimentos conduzidos nos municípios de Itaí (SP), Uberaba (MG) e Catalão (GO). Esses municípios representam os principais locais de multiplicação de sementes híbridas de milho pela empresa Monsanto, as quais serão beneficiadas e comercializadas para os produtores de milho em todo o país.

A extensão geográfica da região englobando os municípios acima descritos pertence, predominantemente, ao Bioma Cerrado. A região é considerada como uma das áreas de maior potencial agrícola do país, devido à pluviosidade e distribuição de chuvas ao longo das estações de crescimento das plantas e terrenos praticamente planos, que favorecem a mecanização agrícola (RIBEIRO, 2011).

2.2. Solo

O Cerrado brasileiro é representado predominantemente por Latossolos (46%) e Neossolos Quartzarênicos (15%). Apesar de serem solos originalmente ácidos (presença de alumínio tóxico (Al^{3+}) na camada arável do solo) e quimicamente pobres, com baixa disponibilidade natural de nutrientes, estes solos apresentam ótimas qualidades físicas e aptidões à mecanização. A prática de gessagem e adubação, como as adubações e incrementos de matéria orgânica ao solo, são essenciais para a obtenção de altos rendimentos (HURTADO *et. al.*, 2008).

O relevo no Cerrado é em geral bastante plano ou suavemente ondulado, estendendo-se por imensos planaltos ou chapadões. Aproximadamente 50% da área do bioma situa-se em altitudes entre 300 e 600 metros acima do nível do mar, sendo que apenas 5,5% vão além de 900 metros (IBAMA, 2011).

2.3. Clima

O clima predominante no Cerrado é o “Tropical sazonal” e inverno seco. A temperatura média anual fica em torno de 22 a 23°C, sendo que as médias mensais apresentam grande variação e as máximas podem atingir os 40°C (IBAMA, 2011).

O Bioma Cerrado é o segundo maior bioma brasileiro e determina características peculiares em suas áreas de ocorrência, tais como a predominância de veranicos em plena

estação chuvosa, fator que pode reduzir de 40 a 60 % a produtividade das lavouras (MEIRELLES *et.al.*, 2003). A precipitação média anual situa-se entre 1200 e 1800 milímetros, concentrando-se nos meses de primavera e verão (outubro a março), considerada a estação chuvosa. Durante o período de seca é comum a ocorrência de nevoeiros durante os primeiros períodos da manhã, sendo que a umidade relativa neste período pode baixar a valores próximos a 15% (IBAMA, 2011).

2.4. Potencialidades da região para a produção de milho

O elevado nível tecnológico adotado pelos produtores, como irrigação, fertilizantes e sementes melhoradas, garante o potencial produtivo da cultura do milho na região onde o estágio foi realizado. A localização geográfica também é um fator determinante, já que o Cerrado encontra-se próximo aos grandes centros consumidores e dos corredores de exportação, garantindo que toda a produção seja comercializada.

O plantio de milho em épocas adequadas reflete diretamente no rendimento da cultura e nos lucros por ela gerada. No Brasil Central, a distribuição das chuvas é o que define a época de semeadura da cultura, sendo a melhor época entre setembro e novembro, período em que as chuvas iniciam (CRUZ, 2010).

3. CARACTERIZAÇÃO DA INSTITUIÇÃO DE REALIZAÇÃO DO ESTÁGIO

A empresa Monsanto foi fundada em 1901 por John Francis Queeny e possui sede na cidade de Saint Louis, Missouri, nos Estados Unidos. Desde sua fundação, a empresa atuou em diversos segmentos do mercado, incluindo os setores alimentício, farmacológico e químico. Atualmente, a empresa atua com grande foco e dedicação no melhoramento genético de plantas, na produção de sementes em grande escala comercial e no setor de agroquímicos, como a produção de herbicidas. A empresa possui unidades em 66 países do mundo como Brasil, Austrália, China, Reino Unido, entre outros (MONSANTO, 2011).

No Brasil desde 1963, a empresa dedica-se a produzir sementes e biotecnologia para espécies cultivadas como algodão, hortaliças, milho, soja, sorgo, cana-de-açúcar. Uma das missões da empresa é auxiliar os agricultores a aumentar a produtividade e renda com menos uso de recursos naturais. Consta com 36 unidades de pesquisa distribuídas em 12 estados brasileiros: Alagoas, Bahia, Goiás, Maranhão, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais, Paraná, Pernambuco, Rio Grande do Sul, São Paulo, Tocantins e Distrito Federal, sendo que a empresa mantém sua sede brasileira no município de São Paulo, SP (MONSANTO, 2011).

O principal foco de atuação da empresa está voltado para o desenvolvimento de tecnologias para a produção de alimentos, fibras e energia, aliadas à preservação ambiental. A empresa acredita que o aumento da produtividade e o menor uso de recursos naturais é devido à combinação de melhoramento genético, biotecnologia e melhorias nas práticas agronômicas empregadas no campo. Esta é uma razão para os investimentos em pesquisas iniciadas no final da década de 1970, e que resultaram nos anos 90 nos primeiros produtos como as variedades tolerantes a herbicidas (tecnologia Roundup Ready®) e resistência a pragas (MONSANTO, 2011).

Anualmente a empresa investe mais de US\$ 1 bilhão em pesquisa e desenvolvimento de novos produtos. Os avanços tecnológicos são compartilhados com os produtores para ampliar o acesso às modernas tecnologias agrícolas, especialmente em países pobres e em desenvolvimento, fato que contribui em grande escala para o agronegócio nacional e mundial.

Atualmente, no Brasil, a empresa possui 15 produtos biotecnológicos aprovados e autorizados para plantio comercial pela Comissão Técnica Nacional de Biossegurança (CTNBio). As tecnologias são licenciadas para diversas outras empresas produtoras de sementes ou comercializadas por suas diversas marcas, tais como: Deltapine (Algodão) - Seminis (Hortaliças), Agroeste, Sementes Agrocerec, CanaVialis, Dekalb (para a cultura do Sorgo e Milho), Monsoy e Agroeste (Soja) (MONSANTO, 2011).

Para a cultura do milho destacam-se as tecnologias YieldGard (Tecnologia Bt –*Bacillus thuringiensis* - resistente a lagartas), YieldGard VTPRO (promove o controle das três principais lagartas que atacam a cultura: lagarta-do cartucho, lagarta-da-espiga e broca-do-colmo), RoundupReady Milho 2 (tolerância ao herbicida glifosato), VT PRO 2 (duas proteínas inseticidas de Bt que propiciam eficiente controle da lagarta-do-cartucho, da lagarta-da-espiga e broca do colmo, além da tolerância ao glifosato), VT PRO 3 (primeira tecnologia voltada à proteção da raiz do milho contra o ataque da *Diabrotica speciosa* (larva alfinete), além do controle das outras principais pragas do milho associado à tolerância ao glifosato) e VT PRO MAX (presença de três proteínas diferentes para combater as principais lagartas que atacam a cultura do milho, além de apresentar tolerância ao glifosato) (MONSANTO, 2011).

Além de estar classificada entre as seis empresas líderes em produção de sementes, a Monsanto assumiu mais um desafio global: trabalhar para dobrar a produtividade de suas principais culturas até 2030 utilizando o melhoramento genético, a biotecnologia e melhores práticas de manejo agrícola (MONSANTO, 2011).

Além de reconhecimentos internacionais pela contribuição e preservação ambiental pela ONG norte-americana Wildlife Habitat Council, a empresa alcançou em 2013, pela décima

quarta vez consecutiva, dois importantes títulos: uma das "100 Melhores Empresas para Trabalhar" no Brasil, segundo classificação do instituto Great Place to Work e revista Época, e uma das "150 Melhores Empresas para Você Trabalhar" do Guia Você S/A e Exame, com pesquisa da Fundação Instituto de Administração, da Universidade de São Paulo – FIA/USP (MONSANTO, 2011).

4. REFERENCIAL TEÓRICO

4.1. Origem, evolução e domesticação do milho

O milho é uma planta pertencente à família Poaceae, tribo Maideae, gênero *Zea*. O gênero *Zea* inclui o milho cultivado (*Zea mays* L. ssp. *mays*) e as espécies de teosinto (*Zea mays mexicana*, *Zea mays perennis*, *Zea mays diploperennis*, *Zea mays luxuriantes*, *Zea mays parviglumis* e *Zea mays huehuetenangensis*) (FILHO & ELIAS, 2010). O milho é uma espécie diplóide, com $2n=2x=20$ cromossomos nas células somáticas e conjunto básico de 10 cromossomos nas células germinativas. Embora, o milho cultivado seja uma espécie diplóide, este apresenta uma grande diversidade genética, favorecendo assim sua adaptação, dispersão e cultivo em todos os continentes do globo.

De acordo com a classificação de Vavilov, o centro de origem do milho é Centro Sul Mexicano-Centro Americano. Já de acordo com a classificação de Harlan, o centro de origem do milho é a América Central (SLEPER & POELHMAN, 1995). O milho é a principal planta domesticada das Américas (LIA *et al.*, 2006), onde se encontram os seus parentes selvagens mais próximos: teosinto e tripsacum (BORÉM & MIRANDA, 2005). Evidências sugerem que o milho foi domesticado inicialmente no México, há cerca de 8.000 anos (PATERNIANI & CAMPOS, 1999).

O maior passo da domesticação do milho foi a extinção do endurecimento do grão proveniente de seu ancestral teosinto. Este advento permitiu que a espécie pudesse ser utilizada diretamente na alimentação humana e animal (WANG *et al.*, 2005). Outras características importantes e presentes no milho moderno em comparação ao ancestral teosinto (síndrome da domesticação) são: hábito de crescimento determinado, sementes aderidas ao sabugo e maior número de sementes por espiga.

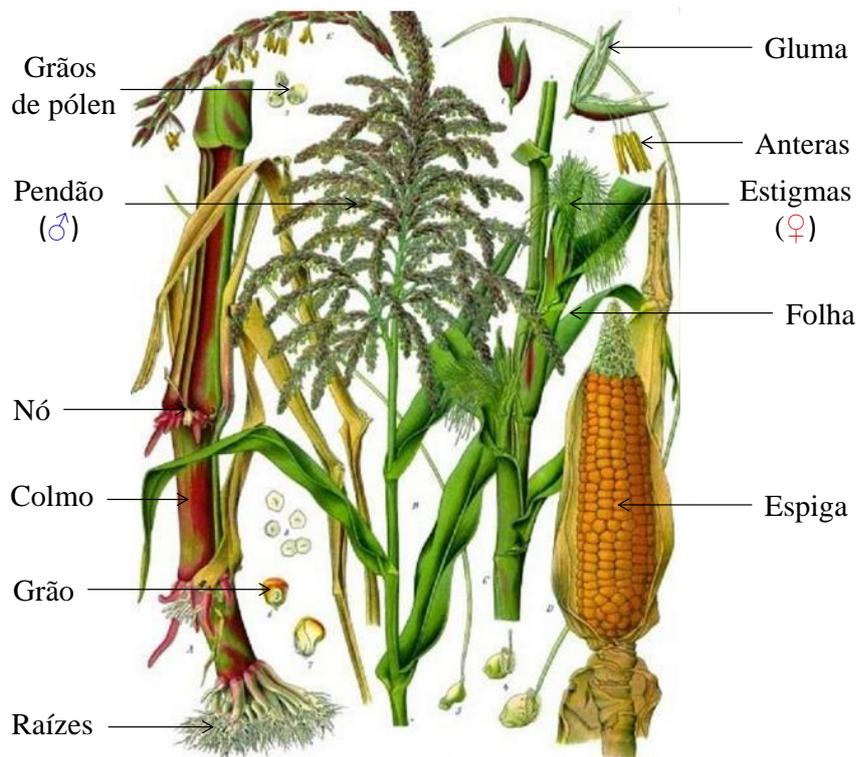
4.2. Aspectos morfológicos e reprodutivos do milho cultivado

A domesticação do milho ocorrida há milhares de anos, transformou de maneira drástica a sua morfologia em comparação com seu ancestral, o teosinto. A planta que antes produzia

várias espigas com grãos pequenos e duros em uma planta arbustiva, com vários perfilhos, passou a produzir em um único colmo ereto, vários grãos dispostos em espiga, sendo estes de maior tamanho e qualidade (PATERNIANI & CAMPOS, 1999).

O milho é a única espécie da família Poaceae que possui o sistema de reprodução monóico. A monoiccia é definida como a ocorrência de ambas as estruturas reprodutivas (feminina e masculina) na mesma planta, porém localizadas em regiões separadas da planta. No ápice terminal superior da planta de milho encontra-se o pendão, com flores masculinas e estaminadas. A localização do pendão no ápice superior da planta favorece a dispersão dos grãos de pólen pelo vento e/ou agentes polinizadores, auxiliando na fecundação cruzada. As flores femininas pistiladas encontram-se nos ramos laterais dispostas em espigas (HOLLAND & COLES, 2011; WANG *et. al.*, 2005). A Figura 1 ilustra os principais aspectos morfológicos e reprodutivos do milho cultivado.

Figura 1- Aspectos morfológicos e reprodutivos do milho cultivado



Adaptado de *Missouri Botanical Gardens*
(<http://oregonstate.edu/instruct/css/330/six/Unit11Notes.htm>)

As flores masculinas de um pendão podem produzir até 2,5 milhões de grãos de pólen. Este volume de pólen é suficiente para polinizar um grande número de plantas presentes em

uma lavoura ou população de plantas. A liberação dos grãos de pólen geralmente ocorre no final da manhã e início da noite, estendendo-se por até duas semanas em uma mesma planta (MAGALHAES & DURAES, 2007). A viabilidade dos grãos de pólen, sob condições de temperatura e umidade favoráveis, é de até 24 horas. O período relativamente curto de viabilidade dos grãos de pólen está ligado à membrana do pólen ser muito fina, o que resulta em baixa proteção, principalmente frente à desidratação por temperaturas acima de 35°C (FEHR, 1987).

No milho e na maioria das espécies de fecundação cruzada e/ou alógamas, a autofecundação produz consequências negativas à adaptação, reprodução e sobrevivência das plantas. Desta forma, o milho desenvolveu ao longo de sua evolução e domesticação diversos mecanismos que garantem ou favorecem a fecundação cruzada. Um destes mecanismos denomina-se protandria, onde a emissão da inflorescência masculina e liberação do pólen antecede de dois a quatro dias a exposição e receptividade dos estilo-estigmas. Além da protandria, mecanismos de auto-incompatibilidade genética e macho-esterilidade estão presentes naturalmente no milho, a fim de evitar a endogamia causada pela autofecundação (SLEPER & POEHLMAN, 1995).

Os estilo-estigmas da espiga crescem de 2,5 a 4,0 centímetros por dia, e são os responsáveis pelo contato direto com o pólen após a polinização. Cerca de 12 a 36 horas após este contato ocorre a fertilização através do crescimento do tubo polínico que fertiliza o óvulo, dando origem ao embrião (MAGALHAES & DURAES, 2007). A sincronia entre a liberação dos grãos de pólen viáveis com a receptividade dos estilo-estigmas das espigas depende de diversos fatores, tais como umidade, temperatura, comprimento do estilo-estigma e ponto de contato entre estigma e grão de pólen. Esta sincronia assume grande importância na cultura do milho, especialmente em campos de produção e/ou multiplicação de sementes (NICOLI *et al.*, 1993). Devido à utilização de diferentes linhagens endogâmicas para a produção de diferentes híbridos comerciais, o conhecimento do desenvolvimento fisiológico e ciclo vegetativo de cada linhagem deve ser bem caracterizado, a fim de programar as diferentes épocas de plantio. Assim, preconiza-se assegurar uma adequada polinização através da coincidência entre a emergência dos estilo-estigmas das plantas das fileiras fêmeas com a liberação dos grãos de pólen dos pendões das plantas das fileiras macho.

A dispersão dos grãos de pólen do milho ocorre preferencialmente através do vento. Desta forma, os grãos de pólen produzidos por uma planta podem fertilizar os estigmas de outras plantas localizadas em uma distância geográfica de até 1000 metros (SLEPER & POEHLMAN, 1995). A capacidade de dispersão de grãos de pólen em longas distâncias deve

ser considerada em campos de produção de milho transgênico. Neste caso, uma distância mínima de 200 metros deve ser preservada para impedir o cruzamento entre diferentes genótipos de milho (plantas geneticamente modificadas e selvagens ou crioulas), caso a área não contenha barreiras físicas e coexista próximo à área de plantio com variedades não transgênicas (CIB, 2011).

4.3. O milho como espécie cultivada

O milho pertence ao grupo de plantas com metabolismo fotossintético do tipo C4 e apresenta elevado potencial produtivo (BERGAMASHI *et. al.*, 2004). A cultura do milho em função do seu alto potencial de produção, composição química e valor nutricional, constitui atualmente um dos mais importantes cereais cultivados e consumidos no mundo (BORÉM & AZEREDO, 2003). Seus produtos, principalmente grãos, matéria verde fresca, amido, amilose, xaropes de glicose, entre outros, são utilizados na alimentação humana, diretamente ou após a industrialização e, principalmente na alimentação de animais (FILHO & ELIAS, 2010).

O milho é cultivado em todas as regiões do Brasil, com destaque às regiões Centro-Oeste, Sudeste e Sul. Além das diferentes condições edafoclimáticas e socioeconômicas em que o milho é cultivado no Brasil, os sistemas de produção e os níveis de tecnologia adotados pelos produtores variam amplamente de região para região (CRUZ, 2010). Apesar da elevada produtividade média, a cultura do milho sofre com muitos problemas, pois com a expansão da fronteira agrícola e com a ampliação das épocas de cultivo, houve um aumento na pressão de inóculo de diferentes patógenos sobre as áreas brasileiras de cultivo, aumentando a ocorrência de doenças, que podem afetar significativamente o potencial produtivo da cultura.

Segundo as Projeções do Agronegócio para o período de 2013 a 2023, o Brasil possui grande destaque no comércio exterior, uma vez que é esperado que a área de cultivo e produtividade continuem crescendo neste período (BRASIL, 2013).

Na safra 2013/2014, a área cultivada com milho no Brasil foi de aproximadamente 15 milhões de hectares, alcançando uma produção próxima a 82 milhões de toneladas (USDA, 2014). Para a safra 2014/2015, a previsão é de redução na área plantada. Este decréscimo pode ser atribuído aos resultados positivos na comercialização de soja, pelos elevados custos de produção da lavoura de milho e a má comercialização da safra passada (CONAB, 2014).

Em relação ao comércio internacional, o Brasil exporta para mais de 180 países, tendo como principais compradores a China, União Européia e Estados Unidos, além dos países do Mercosul (BRASIL, 2013). A estimativa do volume exportado segundo a Conab foi de 21 milhões de toneladas entre fevereiro de 2013 e janeiro de 2014. Os Estados Unidos são os

maiores produtores e consumidores de milho, respondendo por 37% da produção e 31% do consumo mundial nos últimos cinco anos. De maneira semelhante ao Brasil, a maior parte do milho é destinada ao uso animal, porém, o cereal também é utilizado para produção do combustível etanol (SEAB, 2014).

4.4. Fatos históricos do desenvolvimento e utilização de híbridos de milho

Os primeiros trabalhos sobre melhoramento genético do milho, que contribuíram para o desenvolvimento e utilização de híbridos de milho, foram apresentados por Shull em 1908. Segundo o pesquisador Norte Americano, ao fecundar a planta com seu próprio pólen, as mesmas produzem descendentes menos vigorosos, sendo que características agrônomicas eram fixadas após sete a dez gerações de autofecundação, originando as denominadas linhagens endogâmicas. Posteriormente, Shull demonstrou que quando estas linhagens eram cruzadas com outras linhagens pertencentes a grupos heteróticos diferentes, geravam descendentes com alto vigor híbrido pelos efeitos da expressão da heterose (CROW, 1948). A partir destas observações, Shull propôs a utilização de híbridos simples em substituição às atuais variedades de polinização aberta. No entanto, os baixos níveis de tecnologia adotados pelos produtores da época, aliados às exigências nutricionais e de recursos hídricos dos híbridos simples contribuíram para que estes não fossem imediatamente aceitos (ALLARD, 1971).

Em 1919, o pesquisador americano Jones propôs a utilização de híbridos duplos e não de híbridos simples, conforme proposto por Shull. Segundo Jones, a base genética mais ampla dos híbridos duplos, faz com que as plantas sejam mais robustas e adaptadas, quando comparados aos híbridos simples. No entanto, somente a partir de 1930 os híbridos duplos começaram a ser explorados em grande escala pelos agricultores dos Estados Unidos, representando um dos maiores impulsos da agricultura moderna. A partir desse período, grandes avanços nas tecnologias de produção e melhoramento de milho foram alcançados, fazendo com que a partir de 1960, os híbridos duplos fossem substituídos pelos híbridos simples, os quais representam até os dias de hoje o principal tipo de variedade de milho (SLEPER & POEHLMAN, 1995). No Brasil os primeiros trabalhos de melhoramento com milho híbrido tiveram início em 1932, pelo Instituto Agrônomo de Campinas (IAC), no Estado de São Paulo. Estes trabalhos culminaram com o lançamento comercial do primeiro híbrido duplo no Brasil, em 1938 (PATERNIANI & VIEGAS, 1987).

4.5. Melhoramento genético de milho

O melhoramento genético representa uma estratégia valiosa para o aumento da produtividade do milho e demais espécies cultivadas. A importância do melhoramento de plantas está na capacidade de ampliar o potencial produtivo das culturas, através da exploração direta da variabilidade genética das plantas (DESTRO & MONTALVAN, 1999). Pode-se, portanto, desenvolver plantas resistentes a determinadas pragas e doenças, torná-las adaptadas a condições climáticas singulares, entre outras características, a fim de suprir com mais eficiência as necessidades humanas (BRASILEIRO & CARNEIRO, 1998). Pelo fato de ser um dos cereais de maior importância econômica no mundo, o milho é uma das espécies vegetais mais estudadas. Constantemente os programas de melhoramento estão buscando novos procedimentos para a obtenção de variedades mais produtivas e economicamente rentáveis.

O desenvolvimento de um novo híbrido de milho e o lançamento comercial deste, é um processo longo e envolve um grande número de etapas de melhoramento genético e pós-melhoramento. As principais etapas de melhoramento genético incluem o desenvolvimento de linhagens endogâmicas superiores e o teste das novas linhagens em combinações híbridas superiores. Já nas etapas de pós-melhoramento destacam-se a produção de sementes básicas, os testes de linhagens endogâmicas que darão origem aos híbridos comerciais, multiplicação de sementes, registro e lançamento comercial do novo híbrido. Embora, o estágio não tenha tido como objetivo acompanhar as etapas de melhoramento genético da empresa, considera-se fundamental compreender a origem das linhagens e híbridos que foram alvo de avaliação durante o estágio. As etapas de desenvolvimento de linhagens endogâmicas e híbridos são brevemente descritas a seguir.

4.5.1. Desenvolvimento de linhagens endogâmicas

O sucesso de um programa em desenvolver novos híbridos superiores é totalmente dependente do sucesso do programa em desenvolver linhagens superiores, as quais devem apresentar elevada capacidade combinatória e demais características de interesse, como resistência a doenças, tolerância ao acamamento, qualidade de grãos, etc. (PATERNIANI & VIEGAS, 1987).

As principais etapas do desenvolvimento de linhagens endogâmicas de milho incluem o desenvolvimento de populações segregantes e a utilização de um método de melhoramento que permita selecionar com eficiência as plantas desejadas dentro das populações. O método de melhoramento genealógico (*Pedigree*) é amplamente empregado entre os melhoristas de milho. As relações heteróticas devem ser consideradas no desenvolvimento das populações

segregantes, onde os cruzamentos devem ser conduzidos entre genitores de um mesmo grupo heterótico. Grupo heterótico é definido como o conjunto de genótipos que apresentam elevada similaridade genética (PATERNIANI & CAMPOS, 1999).

As linhagens endogâmicas são desenvolvidas através da autopolinização ou através da fecundação de irmãos inteiros e meio irmãos (PATERNIANI & VIEGAS, 1987). Uma decisão importante é quanto à quantidade de endogamia que será realizada na população, para que as linhagens apresentem um nível adequado de homozigose. A quantidade de endogamia é um fator crucial no desenvolvimento de linhagens endogâmicas em espécies alógamas, uma vez que esta irá influenciar diretamente: (i) no vigor das linhagens que serão usadas como genitores no desenvolvimento de híbridos e, (ii) na habilidade da linhagem em manter sua integridade ou uniformidade genética ao longo de sucessivas gerações de multiplicação de sementes (SLEPER & POEHLMAN, 1995).

Durante a condução das populações segregantes, testes de capacidade combinatória são realizados com o objetivo de identificar e medir a habilidade de uma nova linhagem quando cruzada com outros genitores em produzir híbridos com desempenho superior. A capacidade combinatória pode ser estimada de duas maneiras: (a) capacidade específica de combinação (CEC) e capacidade geral de combinação (CGC). As linhagens que forem selecionadas após os testes de CEC e CGC serão autofecundas até as gerações F₆ ou F₇ e serão testadas em todas as combinações híbridas possíveis (SLEPER & POEHLMAN, 1995).

4.5.2. Teste de linhagens em combinações híbridas

Esta etapa representa o objetivo final de um programa de melhoramento de milho. A superioridade de um híbrido vai depender essencialmente de dois fatores: (i) da superioridade das linhagens endogâmicas utilizadas nos cruzamentos, a qual é expressa principalmente pela sua capacidade de combinação e, (ii) da dissimilaridade genética das linhagens utilizadas para produzir o híbrido. Quanto mais distintas geneticamente forem as linhagens, maior expressão da heterose é esperada nos descendentes híbridos (FALCONER, 1996).

Os cruzamentos devem ser realizados em isolamento e sob um controle rigoroso da polinização. Uma vez obtida as sementes híbridas, estas serão utilizadas em uma série de testes de desempenho dos híbridos em diversos locais e anos. Os locais de teste dos híbridos são definidos a partir da estratificação de zonas ambientais homogêneas. Em cada local de teste, os experimentos são conduzidos em um delineamento estatístico apropriado e com uso de repetições por local. Análises estatísticas são empregadas com o objetivo de identificar aquelas linhagens que apresentam potencial para serem avançadas nas gerações de testes de híbridos e,

posteriormente, empregadas no desenvolvimento de híbridos comerciais. A análise da interação genótipo x ambiente é de grande importância para o sucesso na identificação de híbridos superiores, os quais apresentam elevada adaptação e estabilidade de produtividade em diferentes ambientes e anos de produção (PATERNIANI & VIEGAS, 1987). As sementes das linhagens endogâmicas que fazem parte dos híbridos selecionados são denominadas de “sementes genéticas”. Essas sementes serão empregadas para dar início as etapas de pós-melhoramento, que compreendem os estágios de recomendação dos novos híbridos.

4.5.3. Etapas de recomendação de um novo híbrido (pós-melhoramento)

Para que um novo híbrido de milho seja utilizado pelos agricultores, atividades de pós-melhoramento devem ser realizadas de modo a validar a variedade híbrida aos novos agroecossistemas. Neste sentido, atividades que envolvam o conhecimento detalhado do desempenho das linhagens parentais e do híbrido *per se* em diferentes ambientes de cultivo, bem como o processo sistematizado de multiplicação de sementes, registro e lançamento comercial, são ações fundamentais para garantir a recomendação correta e regionalizada da variedade. Estas etapas possuem como objetivos principais garantir que a pureza genética, qualidade física e fisiológica das sementes sejam mantidas (FALEIRO *et. al.*, 2008).

As atividades descritas a seguir representam uma série de testes envolvendo as linhagens parentais empregadas no desenvolvimento de variedades híbridas comerciais de milho, denominada de “Testes Parentais”. É nesta etapa de recomendação que o presente estágio foi realizado.

5. ATIVIDADES REALIZADAS

As atividades realizadas durante o período de estágio foram ligadas à equipe de QA & PT da empresa Monsanto. A equipe de trabalho tem como objetivo principal gerar resultados experimentais quanto à época de semeadura das linhagens fêmeas (receptoras de pólen) e machos (doadoras de pólen) para o departamento de multiplicação de sementes da empresa. Esta etapa de teste é fundamental para garantir a sincronia entre liberação de pólen e receptividade dos estigmas entre as linhagens parentais. Uma vez que as linhagens apresentam diferenças no seu ciclo vegetativo, a recomendação gerada é baseada em minuciosas avaliações do desempenho das linhagens em diferentes ambientes passíveis de cultivo, conforme o interesse da empresa.

As avaliações consistem na análise de características reprodutivas das linhagens doadoras e receptoras de pólen, e no desempenho destas em diferentes densidades de semeadura. As informações dos desempenhos das linhagens a campo seguem para um banco de dados e posteriormente são encaminhadas para o gerente do time e para avaliação dos melhoristas. Abaixo estão descritas as diversas avaliações realizadas pelo departamento QA & PT e que foram acompanhadas durante o período de realização do estágio.

5.1. Escolha de áreas experimentais

O estágio permitiu o acompanhamento na seleção de áreas mais aptas a serem arrendadas para a instalação de novos campos experimentais de milho, visto que a empresa estabelece algumas exigências para a produção de sementes e instalação de ensaios. Durante a seleção foram analisados os aspectos da cultura empregada na safra anterior, com a finalidade de evitar a seleção de áreas que obtiveram altas incidências de pragas e que tivessem sido cultivadas com a cultura do milho. A análise considerou a questão de isolamento do campo em relação à proximidade de áreas também cultivadas com milho, evitando assim polinização cruzada com outras cultivares.

O tipo de solo predominante na área e questões de logística também foi considerado, tanto para a questão da proximidade das principais vias de acesso, como as condições das mesmas. A infraestrutura da propriedade é levada em consideração, uma vez que todos os campos experimentais recebem aplicações de tratamentos culturais, tais como a aplicação de insumos e defensivos agrícolas. Como exemplo, cita-se a exigência de pivôs-centrais para irrigação, de modo a evitar a interferência ambiental nos resultados, e a presença de tratores e pulverizadores para a aplicação de insumos.

5.2. Instalação e avaliação de bioensaios

Antes da instalação dos ensaios, seja em novas áreas ou mesmo em áreas que não foram cultivadas com milho na safra anterior, é realizada a instalação de bioensaios com a finalidade de assegurar o adequado desenvolvimento das linhagens parentais. São semeadas linhagens específicas para verificar a concentração de herbicidas no solo, evitando a instalação em áreas em que as concentrações estejam acima dos níveis tolerados.

A instalação dos bioensaios é realizada previamente ao plantio das parcelas experimentais (mínimo 20 dias), através do plantio de duas linhas de 20 metros de comprimento, sendo esta em sentido transversal às linhas da cultura anterior. As plantas são analisadas pelo time de QA & PT quando atingem o estágio de desenvolvimento V3 da escala

de Rich. O número de bioensaios varia de acordo com o tamanho da área e devem ser instalados em locais representativos da lavoura.

O estágio oportunizou o acompanhamento das avaliações dos bioensaios, que permitem autorizar ou não a implantação das parcelas experimentais na área, baseando-se nos sintomas de fitotoxicidez nas plantas testadoras. Os sintomas consistem basicamente na presença de necrose nas raízes, fitotoxicidez expressa pela coloração avermelhada entre as nervuras do limbo foliar ou despigmentação (esbranquiçamento), conforme o mecanismo de ação dos herbicidas utilizados.

5.3. Instalação das áreas experimentais para os testes parentais

Os ensaios de QA & PT são instalados em parcelas de vinte metros quadrados (4m x 5m) em três repetições. Cada linhagem é instalada em três diferentes densidades (50.000, 75.000 e 100.000 plantas por hectare), para avaliar diversos componentes de desempenho das plantas de cada linhagem parental.

A semeadura é realizada em cada parcela com uma semeadora da marca John Deere, modelo 1107, adaptada para parcelas experimentais, conforme ilustrada na Figura 2. A semeadora conta com quatro linhas de semeadura, as quais são acionadas por um dispositivo próprio do implemento. Este dispositivo é programado para que as sementes sejam distribuídas ao longo dos cinco metros da linha, sendo então pausado em um metro após este espaço para a manutenção dos corredores divisores entre as parcelas.

Figura 2. Semeadora de parcelas experimentais



Foto: Leonardo Ferreira Cenci

O estágio permitiu o acompanhamento junto à equipe empenhada na tarefa de semeadura, bem como no pré-planejamento da disposição das parcelas. As áreas onde trafegam os rodados do pivô central e as bordaduras dos ensaios foram semeadas com linhagens diferentes das parcelas experimentais e destinadas exclusivamente para este fim.

5.4. Avaliação de linhagens endogâmicas parentais

Na maioria das avaliações foram analisadas características ligadas ao sistema reprodutivo das plantas, tais como as espigas e pendões, classificando sua aptidão reprodutiva através de notas e/ou escalas previamente definidas. Abaixo algumas das principais análises acompanhadas durante o estágio junto à equipe técnica do time de QA & PT em ensaios de testes parentais, envolvendo linhagens fêmeas e machos.

5.4.1. Linhagens fêmea – receptoras de pólen

As principais avaliações realizadas nas linhagens fêmea foram:

a) Intensidade de enovelamento de estigmas: o enovelamento de estigmas é um fenômeno que ocorre antes da exteriorização dos estigmas na espiga. As causas que levam à ocorrência deste fenômeno ainda não são compreendidas e podem estar relacionadas com a sensibilidade de híbridos ou linhagens a noites frias durante o desenvolvimento dos estigmas. A não exteriorização dos estigmas prejudica a polinização e formação de grãos na espiga, consequentemente, reduz o rendimento final de sementes. O enovelamento de estigmas é avaliado quanto à intensidade de ocorrência do caráter dentro da área experimental. A Figura 3 ilustra o enovelamento de estigmas e o seu efeito na formação de grãos.

Figura 3. Enovelamento de estigmas em linhagens fêmea de milho



Adaptado de Nielsen, R.L., *Purdue University*

b) Empalhamento: dependendo da linhagem analisada, a dimensão da palha pode ser discrepante ou então minimizada, variando de dez a doze centímetros de comprimento. Nesta análise a quantidade de palha no ápice das espigas foi observada, pois o prolongamento exagerado dificulta a exteriorização dos estilos-estigmas, ou então, o seu o oposto, situações em que a ponta da espiga permaneça descoberta. Neste sentido, como no item anterior, a polinização pode ser prejudicada ocasionando má granação e espigamento.

c) Avaliação dos estilo-estigmas: nesta avaliação é considerado o número de dias em que 10, 50 e 90% das plantas das fileiras centrais dos ensaios apresentem os estilo-estigmas exteriorizados. O ideal é que 75% das espigas apresentem os estigmas após dez a doze dias posteriores ao aparecimento do pendão. A análise é de fundamental importância para avaliar o ciclo de desenvolvimento da cultura, e colaborar na recomendação das diferentes datas de plantio entre as plantas doadoras e receptoras de pólen.

d) Avaliação em plantas: durante a condução dos experimentos, diversas características de plantas são avaliadas, como: estatura das plantas, quebra verde de plantas, número de plantas que quebraram abaixo do “nó” de inserção da espiga, número de plantas acamadas e número das plantas dominadas (plantas que sofreram pela interferência das plantas adjacentes). Estas análises são realizadas em pré-colheita observando-se também a altura de inserção das espigas e o estande final de plantas.

e) Polinização no cartucho: como uma característica intrínseca do milho, o pendão pode alongar-se para além da última folha da planta (folha bandeira). Em casos específicos, este alongamento é mínimo favorecendo a ocorrência da polinização dentro do cartucho da planta. Deste modo a avaliação permite quantificar o alongamento e a projeção do pendão para fora do cartucho e identificar as linhagens que apresentam este fenômeno indesejável.

f) Avaliações pós-colheita: as espigas são analisadas em pós-colheita através da atribuição de notas a diferentes características, tais como: tamanho, enchimento dos grãos até a ponta da espiga, paralelismo das linhas e diâmetro final. O peso final da parcela e atributos de qualidade dos grãos como o peso de mil sementes, porcentagem de grãos ardidos e umidade também são mensurados nesta etapa.

5.4.2. Linhagens macho – doadoras de pólen

As principais avaliações realizadas nas linhagens macho foram:

a) Avaliação dos pendões: esta avaliação é de fundamental importância para a formulação das recomendações de plantio das linhagens doadoras de pólen. Com o número de dias em que estas plantas iniciaram a liberação dos grãos de pólen, juntamente com número de dias em que as mesmas finalizaram a polinização, pode-se determinar o início e a duração do período reprodutivo da linhagem. O tamanho do pendão e o peso seco dos mesmos são quantificados, objetivando avaliar o desempenho das linhagens macho nas diferentes áreas de multiplicação de sementes da empresa. Outros atributos estruturais dos pendões também foram avaliados, incluindo sua abertura (*tassel blasting*), que pode ser afetada por longos períodos quentes e secos. A avaliação consiste em fornecer notas sobre a qualidade de desenvolvimento dos pendões, volume de pólen produzido e taxa de exteriorização dos pendões, conforme apresentada na Figura 4.

Figura 4. Diferentes taxas de exteriorização de pendões em linhagens macho de milho



Foto: Monsanto

b) Severidade de esqueletonização em pendões: a esqueletonização em pendões de milho é definida como a produção de pequenas espigas no pendão. Embora as causas genéticas e/ou fisiológicas dessa má formação não sejam bem conhecidas, condições de baixas temperaturas durante o desenvolvimento dos pendões favorecem sua ocorrência no milho. A análise da severidade de esqueletonização em linhagens macho de milho permite avaliar o desempenho destas linhagens nos diferentes ambientes de cultivo. A avaliação é realizada quando mais de 50% das plantas possuem o pendão exteriorizado. Nesta fase, as plantas são avaliadas com auxílio de uma escala que determina a frequência de pendões que tiveram seu desenvolvimento alterado. A partir desta escala, TSI 1 = 10% de pendões alterados, TSI 4 = 40%, TSI 6 = 60% e TSI 9 = 90% de pendões alterados, representando a máxima severidade de esqueletonização em pendões de milho. A Figura 5 ilustra o fenótipo observado em cada uma

das classes da escala utilizada para quantificar a severidade de esqueletonização em pendões de linhagens macho de milho.

Figura 5. Severidade de esqueletonização em pendões de linhagens macho de milho

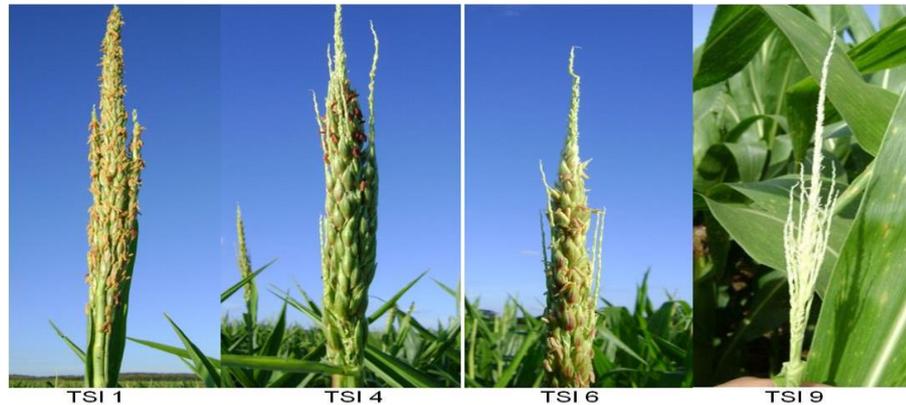


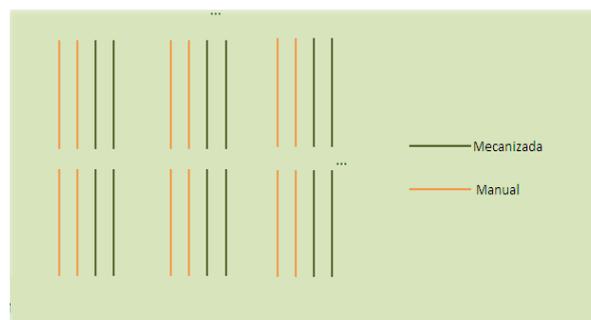
Foto: Monsanto

5.5. Projeto realizado

Durante o período de realização do estágio foi possível coordenar junto à equipe de QA&PT, a realização de atividades envolvidas no projeto de colheita mecanizada dos experimentos. O objetivo do projeto foi avaliar o impacto da mudança do sistema manual de colheita para o sistema mecanizado, considerando o alto custo inicial de aquisição do equipamento, número de funcionários envolvidos na colheita manual e possibilidade de perdas que o método mecânico pode ocasionar.

A colheita dos experimentos teve início no “dia 1” com a colheita manual de duas linhas do experimento (linha 1 e linha 2) e, posteriormente no “dia 2” com colheita mecanizada das outras duas linhas (linha 3 e linha 4), conforme diagrama apresentado na Figura 6.

Figura 6. Esquema de colheita manual e mecanizada de linhagens de milho



De modo a comparar os dois métodos de colheita, foram analisados alguns dos recursos envolvidos em cada um dos dois métodos, tais como: a mão-de-obra envolvida e aspectos financeiros dos dois métodos:

- **Colheita manual:** além dos quatro safristas foram necessários dois tratores, um para o transporte do material colhido e outro para a acoplagem do debulhador. Nesta modalidade de colheita é necessário também o uso de balança e verificador portátil de umidade (Mini Gac).
- **Colheita mecânica:** além do técnico/operador e a colhedora Wintersteiger Delta (Figura 7), é necessário mais uma pessoa para coleta das amostras junto a cabine da máquina. No final do processo um trator também foi utilizado para o escoamento das sacarias, disponibilizando assim a área para cultivos posteriores.

Figura 7. Colhedora - debulhadora de parcelas experimentais de milho



Foto: Leonardo Ferreira Cenci

Logo após a colheita manual das linhas 1 e 2, o material foi debulhado e posteriormente verificado o peso e umidade das amostras. Cabe salientar que estas atividades foram realizadas pela colhedora de parcelas simultaneamente enquanto colhe as parcelas. Os resultados do projeto são descritos nas discussões a seguir.

6. DISCUSSÃO

Devido à constante escolha de novas áreas experimentais para testes ou multiplicação de sementes, considera-se apropriado que a empresa Monsanto do Brasil valorize propriedades rurais que já estão inseridas e regularizadas com o novo código florestal e cadastradas no Cadastro Ambiental Rural (CAR). A adoção desse critério de seleção por parte da empresa estimularia os proprietários interessados em arrendar suas terras, em ajustar sua propriedade de acordo com o novo código florestal. Esta prática apresenta inúmeras vantagens para a empresa e para o produtor, uma vez que tem como objetivos conservar o meio ambiente, adequar a propriedade aos ambientes de cultivo, combater o desmatamento ilegal e contribuir decisivamente para a sustentabilidade dos sistemas agrícolas (BRASIL, 2013).

Na fase de implantação dos experimentos, é necessária uma caracterização detalhada da área, especialmente naquelas onde o proprietário utiliza o sistema de irrigação por pivô central. Neste sistema, o rodado do equipamento trafega sobre a área, promovendo compactação no solo e tombamento de plantas. As áreas trafegadas e compactadas devem ser inicialmente identificadas, evitando que as linhagens parentais em teste sejam semeadas nesses locais. Nas áreas compactadas, bem como nas bordaduras dos experimentos são utilizados genótipos que não fazem parte das linhagens em teste.

Neste sentido, a utilização da Agricultura de Precisão (AP) na implantação dos experimentos poderia ser um facilitador da prática, uma vez que permite a localização georreferenciada de amostras do solo e localização precisa de áreas, auxiliando também na coleta e análise de dados de produtividade (MOLIN, 2004). Além disso, a AP possibilitaria a aplicação localizada e diferenciada (aplicação em taxa variável) de produtos químicos de modo a atingir o teto produtivo das linhagens e reduzir variações de produtividade e dosagem de insumos.

A correta condução dos experimentos envolvendo testes com linhagens parentais de milho é uma etapa fundamental para o sucesso destas linhagens em campos de multiplicação de sementes híbridas comerciais (PATERNIANI, 1987). Assim, avaliações minuciosas destas linhagens são requeridas a fim de caracterizar aspectos fenológicos e fisiológicos das plantas em condições de campo. São estas avaliações que vão definir se as linhagens são boas produtoras de pólen, no caso das linhagens macho (doadoras de pólen), ou se há elevada reprodutibilidade nas linhagens fêmea (receptoras de pólen).

Com base nos resultados obtidos nos experimentos com linhagens parentais, serão geradas as recomendações técnicas para utilização dessas linhagens em campos de multiplicação de sementes comercial. Das etapas de recomendação, o conhecimento fenológico

das linhagens parentais que compõe o híbrido comercial é fundamental, uma vez que as linhagens utilizadas pela empresa apresentam constituição genética diferenciada e variam amplamente quanto ao ciclo vegetativo. Desta forma, a sincronia entre liberação de pólen pela linhagem macho e a receptividade dos estigmas pela linhagem fêmea garante uma taxa elevada de fertilização e, conseqüentemente, na produção final de sementes híbridas.

Diversos fatores podem limitar a dispersão dos grãos de pólen, durante a fase reprodutiva do milho, tais como: vento, umidade relativa do ar e concentração de água nos pendões. Cabe salientar que o excesso de umidade é prejudicial para a dispersão dos grãos de pólen de milho. Assim, é recomendado evitar o uso de irrigação nos momentos de pico de liberação de pólen, os quais coincidem com as primeiras horas e ao final do dia (CRUZ, 2010).

Após a fertilização, uma nova semente será gerada contendo todo o material genético de seus genitores. A semente é o principal insumo na implantação de uma cultura e, no caso de produção de sementes, a qualidade física, genética, fisiológica e sanitária deve ser preservada (MARTIN, 2007). Tratando-se de linhagens endogâmicas de milho, derivadas de sucessivas gerações de autofecundação, estas em geral apresentam um baixo potencial de rendimento de grãos, uma vez que estas linhagens sofrem os efeitos da depressão endogâmica. Logo, o fornecimento de condições ambientais favoráveis é fundamental para garantir a produtividade e a qualidade das sementes colhidas.

Em relação ao projeto de colheita realizado, percebeu-se que o método mecânico mostrou-se mais eficiente, mais ergonômico e mais seguro. Vantagens de suma importância que viabilizam a aquisição da máquina, principalmente quando se preocupa com segurança e com rendimento operacional. O método manual absorve grande quantidade de mão-de-obra, o que pode representar até 30% dos custos da lavoura (GUIMARÃES, 2007), além dos operários estarem expostos a riscos. O método mecanizado além de requerer um número menor de pessoas envolvidas, previne exposições a estes riscos que podem vir a interferir no desempenho das atividades.

O custo da operação pelo método manual é menor devido ao custo inicial para aquisição do equipamento. Porém, este valor será diluído ao longo do uso da máquina e proporcionará inúmeros benefícios, como prevenção de acidentes de trabalho, questões previdenciárias, judiciais, entre outros já descritos acima.

O tempo de colheita e o processamento das amostras de cada parcela foi consideravelmente menor no método mecânico, fato que aumenta o rendimento operacional no momento de colheita e possibilita a ampliação do número de ensaios.

O sistema estrutural das equipes de trabalho da empresa é muito eficiente, em especial o setor responsável pela produção de sementes de milho e suas tecnologias, os quais foram acompanhados durante o desenvolvimento do estágio. As tarefas são divididas em times, o que permite uma logística organizada para a produção de sementes em grande escala comercial.

A empresa além de conferir benefícios ao bem-estar pessoal de seu grupo de colaboradores, também possui um sistema interno de transmissão de conhecimentos muito eficiente, tanto para a área técnica, quanto para o setor de segurança da empresa. A transmissão de conhecimentos através de treinamentos permite o rápido entendimento do funcionamento da empresa bem como das normas de conduta preventiva de acidentes.

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estágio permitiu o aprimoramento de conhecimentos práticos e técnicos na área de produção de sementes e melhoramento genético de milho. O fornecimento de condições adequadas para o crescimento e desenvolvimento das plantas é essencial para produção de sementes de milho com qualidade. Todavia essas condições somente são alcançadas a partir de grandes esforços, que vão desde o desenvolvimento das linhagens até o lançamento comercial de um novo híbrido.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALLARD, R.W. Princípios do melhoramento genético em plantas. São Paulo: Ed. Blucher, 1971. 381p.

BERGAMASCHI, H. *et al.* Distribuição hídrica no período crítico do milho e produção de grãos. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v.39, p.831-839, 2004.

BORÉM, A.; AZEREDO, R. M. C. Segurança nutricional de produtos comerciais. In: COSTA, N. M. B.; BORÉM, A. (Ed.) Biotecnologia e nutrição. Viçosa: Folha de Viçosa, 2003. 239 p.

BORÉM, A.; MIRANDA, G. V. Melhoramento de plantas. Universidade Federal de Viçosa, 2. ed. Viçosa: UFV, 2005. 453 p.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Projeções do Agronegócio: Brasil 2012/2013 a 2022/2023. Assessoria de Gestão Estratégica. Brasília: Mapa/ACS, 2013. 96 p. Disponível em: http://www.agricultura.gov.br/arq_editor/projecoes%20%20versao%20atualizada.pdf. Acesso em: 22/08/2014.

BRASILEIRO, A. C. M.; CARNEIRO V. T. C. Manual de Transformação Genética de Plantas. Brasília, Embrapa-SPI/Embrapa-Cenargen, 1998.

CIB, Conselho de Informações sobre Biotecnologia. 2011. Guia do milho: tecnologia do campo à mesa. Disponível em: http://www.cib.org.br/pdf/guia_do_milho_CIB.pdf. Acesso em 14/02/2014.

CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento. Acompanhamento da safra brasileira de grãos. Safra 2013/2014, v.1, Sexto Levantamento, março/2014.

CROW, J.F. Alternative hipótesis of hybrid vigor. *Genetics* 33: 477-487, 1948.

CRUZ, J. C. Cultivo do milho. 2010. Disponível em: http://www.cnpms.embrapa.br/publicacoes/milho_6_ed/index.htm. Acesso em 06/09/2014

DESTRO, D. & MONTALVÁN, R. Melhoramento genético de plantas. Londrina: UEL, 1999. 820 p.

FALCONER, D. S. Introduction to quantitative genetics. Essex, UK: Ed. Longman, 1996, 340 p.

FALEIRO, F.G.; NETO, A. L. F; Junior, W. Q. R. Pré-Melhoramento, Melhoramento e Pós-Melhoramento: Estratégias e Desafios. Embrapa. 2008. 165p.

FEHR, W. R. Principles of cultivar development. New York; London: Ed. Macmillan, 1987. 536 p.

FILHO, J. A. W.; ELIAS, H. T. A cultura do milho em Santa Catarina. Florianópolis: Epagri, 2010. 480 p.

GUIMARÃES, P. S., Desempenho de híbridos simples de milho (*zea mays* l.) e correlação entre heterose e divergência genética entre as linhagens parentais, 2007. Dissertação de mestrado. Curso de pós-graduação em agricultura tropical e subtropical. Instituto Agrônômico de Campinas, 2007.

HOLLAND, J.B., N.D. COLES. QTL controlling masculinization of ear tips in a maize (*Zea mays* L.) intraspecific cross. *G3: Genes, Genomes, Genetics* 1: 337-341, 2011.

HURTADO, S. M. C. et al. Agricultura de precisão: possibilidade de manejo da adubação nitrogenada para o milho no Cerrado. Planaltina: EMBRAPA Cerrados, 48 p. 2008.

IBAMA - Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. Monitoramento do bioma cerrado. 2011. Disponível em: <http://www.ibama.gov.br>. Acesso em: 30/08/2014.

LIA, V. V.; CONFALONIERI, V. A.; RATTO, N. et al. Microsatellite typing of ancient maize: insights into the history of agriculture in southern South America. *Proceedings of the Royal Society*, v.274, p. 545-554, 2006. 663p.

MAGALHAES, P. C.; DURAES, F. O. M. Ecofisiologia. 3. ed. In: CRUZ, J. C. (Ed.). Cultivo do milho. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2007. (Embrapa Milho e Sorgo. Sistemas de produção, 1). Disponível em:

<<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/35244/1/Ecofisiologia.pdf>> Acesso em: 15/09/2014

MARTIN, T.N. et al. Questões relevantes na produção de sementes de milho - segunda parte. Rev. Fac. Zootecnia, Veterinária e Agronomia, Uruguaiana, v.14, n.2, p.80-101, 2007. Disponível em: <<http://revistaseletronicas.pucrs.br/ojs/index.php/fzva/article/view/2501>>. Acesso em: 04/08/2014.

MEIRELES, E.J.L.; PEREIRA, A.R.; SENTELHAS, P.C.; STONE, L.F.; ZIMMERMANN, F.J.P. Risco climático de quebra de produtividade da cultura do feijoeiro em Santo Antônio de Goiás, GO. *Bragantia*. v. 62, n. 1, p. 163-171. 2003.

MESQUITA, A. G. G. Retrocruzamento assistido por marcadores SSRs em milho. 2002. 69 p. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento de Plantas) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2002.

MISSOURI BOTANICAL GARDENS. Maize Taxonomy, Morphology and Reproduction. Disponível em: <<http://oregonstate.edu/instruct/css/330/six/Unit11Notes.htm>>. Acesso em: 22/08/2014.

MOLIN, J. P. Tendências da agricultura de precisão no Brasil. In: Congresso Brasileiro de Agricultura de Precisão 2004, 2004, Piracicaba. Anais do Congresso Brasileiro de Agricultura de Precisão - ConBAP 2004. Piracicaba: ESALQ/USP p. 1-10, 2004.

MONSANTO. Perfil Monsanto, 2011. Disponível em: http://www.monsanto.com/global/br/quem-somos/documents/perfil_monsanto_2011.pdf. Acesso em: 22/05/2014.

NICOLI, A.M. et al., Produção das Sementes. In: EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo. Tecnologia para produção de sementes de milho. Sete Lagoas, 1993. p.11-21. (EMBRAPA/CNPMS/Circular técnica, 19).

NIELSEN, R. L. Scrambled Silks, Anyone? Published at the Chat 'n Chew Cafe, July 2000 Disponível em: <http://www.kingcorn.org/news/articles.00/SilkBalling-0718.html>. Acesso em: 15/09/2014.

PATERNIANI, E.; VIEGAS, G.P. Melhoramento e produção de milho no Brasil. Vol. 1, Fundação Cargill, Campinas, 1987.

PATERNIANI E.; CAMPOS MS (1999). Melhoramento do milho. In BORÉM, A. (Organizador). Melhoramento de espécies cultivadas. Viçosa Editora UFV p. 429-485.

RIBEIRO, J. F. Cerrado: o grande potencial agrícola do país? Revista do Instituto Humanista Unisinos. São Leopoldo, v.382, Ano XI, 2011.

SEAB – Secretaria de Estado da Agricultura e do Abastecimento. DERAL, Departamento de Economia Rural. Milho Paranaense – Safra 2013/2014. Curitiba, 2014.

SLEPER, D. A.; POEHLMAN, J. M.; Breeding field crops.Fourth Edition, Iowa State University Press, 1995, 494 p.

USDA. World Agricultural Production. Circular Series, WAP 8-14, August 2014. Disponível em: <<http://www.pecad.fas.usda.gov/cropexplorer/>>. Acesso em: 15/08/2014.

WANG, H., T. et al. 2005. The origin of the naked grains of maize. *Nature* 436: 714-719.