

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
FACULDADE DE AGRONOMIA
CURSO DE AGRONOMIA
AGR99006 - DEFESA DE TRABALHO DE CONCLUSÃO

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

Márcio Pacheco Ribeiro

00122448

*“Melhoramento genético de milho na estação de pesquisa da empresa Dupont
Pioneer Divisão Sementes em Coxilha, RS”.*



PORTO ALEGRE, Março de 2014.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
FACULDADE DE AGRONOMIA
CURSO DE AGRONOMIA

**Melhoramento genético de milho na estação de pesquisa da empresa
Dupont Pioneer Divisão de Sementes, em Coxilha, RS.**

Márcio Pacheco Ribeiro
00122448

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como
requisito para obtenção do Grau de Engenheiro
Agrônomo, Faculdade de Agronomia,
Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Supervisor de Campo: Anderson Luis Verzeznazzi, Biólogo M. Sc.
Orientador Acadêmico: Prof^a Carla Andrea Delatorre, Eng. Agr. Ph. D.

COMISSÃO DE AVALIAÇÃO

Prof^a. Beatriz Maria Fedrizzi – Depto. de Horticultura e Silvicultura

Prof. Elemar Antonino Cassol – Depto. de Solos

Prof. Fábio de Lima Beck – Núcleo de Apoio Pedagógico

Prof. Josué Sant’Ana – Depto. de Fitossanidade

Prof^a. Lúcia Brandão Franke – Depto. de Plantas Forrageiras e Agrometeorologia

Prof^a. Mari Lourdes Bernardi (Coordenadora) – Depto. de Zootecnia

Prof^a. Renata Pereira da Cruz – Depto. de Plantas de Lavoura

PORTO ALEGRE, Março de 2014.

Dedico este trabalho ao meu avô Flávio da Silva Pacheco (In memoriam) por tudo o que fez em vida pela nossa família e por ter me incentivado a perseverar na Faculdade de Agronomia.

“Não dá para apagar as coisas pelas quais passamos, mas podemos nos reprogramar a partir de experiências novas”.

“Não é a liderança, nem o valor, nem o companheirismo onde se resumem os relacionamentos, o elemento mais essencial para isto chama-se confiança.”

John C. Maxwell

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus em primeiro lugar, por ser minha fonte de paz, alegria e força.

Aos meus pais, Rogério e Maria Isabel, meus irmãos Marcos e Mauro, meu sobrinho Gabriel, avós, tios, primos, amigos e toda a família pelo apoio constante. Em especial, à Aline Jeffman, pelo seu exemplo de pessoa.

Aos colegas de faculdade que conviveram comigo durante a graduação. Aos ilustres professores e funcionários desta academia.

Aos mestres e doutores que me motivaram, passaram o conhecimento com vontade e acima de tudo trouxeram inspiração.

Aos professores que deixaram marcas nesta trajetória, tenham certeza que semearam bons frutos: Carlos Trein, Renato Levien, Homero Bergamaschi, Moacir Berlato, Carlos Nabinger, Paulo Carvalho, Enilson Sá, Carlos Bissani, Pedro Selbach, José Lobato, Neroli Cogo, Marino Tedesco, Clésio Gianello, Marcelo Pacheco, Itamar Nava, Luiz Carlos Federizzi, Aldo Merotto, Gilmar Marodin, Claudimar Fior, José Martinelli, Marcelo Gravina, Christian Bredemeier, Paulo Waquil, Sérgio Schwartz, Fábio Dal´Soglio, Valmir Duarte, Ingid Barros e Josué Sant’Ana.

Em especial à professora Carla Delatorre por sua dedicação imensa como orientadora, tanto deste trabalho como de todo o período de bolsa de iniciação científica, e principalmente, pela valorosa amizade.

A empresa Dupont Pioneer pela oportunidade de estágio, aos funcionários da estação pela enorme satisfação do convívio neste período, pelo aprendizado adquirido e amizades firmadas. Em especial a Paulo dos Santos, Anderson Verzeznazzi, Martim Severo, Murilo Cerioli, Jacso Dellai, Lisandro Rambo, Ana Locatelli, Paulo Endrigo, Wesley Barber e Ricardo Brustolin.

RESUMO

O Trabalho de Conclusão de Curso foi realizado com base no estágio realizado na empresa Dupont do Brasil S.A. – Divisão Pioneer de Sementes, nos programas de melhoramento genético de milho híbrido, realizados pelos pesquisadores responsáveis no centro de pesquisa de Coxilha, RS. O objetivo foi acompanhar todas as etapas do programa e auxiliar a equipe técnica de pesquisa no desenvolvimento de linhagens e híbridos de milho durante os meses de janeiro e fevereiro de 2014. As atividades constituíram no acompanhamento e auxílio diário, incluindo: polinização (autofecundações e cruzamentos), caracterização de linhagens (notas de doenças, aparência geral, avaliação de espigas), avaliação de híbridos, acompanhamento na colheita e seleção de populações segregantes e também em campos de duplo haplóides.

LISTA DE TABELAS

	Página
1. Tabela de produtos Marca Pioneer.....	14
2. Tabela de produtos Marca Biogene.....	14

LISTA DE FIGURAS

	Página
1. Mapa de solos da Região.....	10
2. Balanço hídrico climatológico de Passo Fundo.....	10
3. Calendário agrícola médio da cultura do milho no RS.....	11
4. Regiões de aptidão do híbrido simples 30F53.....	16
5. Evolução de produtividade do milho entre 1976/77 até 2009/10....	17
6. Polinização artificial.....	25
7. Sintomas de Turcicum e Mancha branca.....	33
8. <i>P. polysora</i> , causando lesões no tecido e reação de hipersensibilidade, sintoma clássico de resistência (A) e início da formação de teliospóros (B).....	34
9. Ferrugem comum (<i>Puccinia sorghi</i>) causando lesões em A com os em B.....	34
10. Mancha de turcium (<i>Exclerothium turcicum</i>).....	35
11. Mancha foliar de Diplodia (<i>Stenocarpella macrospora</i>).....	35
12. Antracnose do colmo (<i>Colletotricum graminicola</i>) em milho.....	36
13. Inoculação de antracnose.....	37
14. Falha na polinização por deficiência hídrica.....	38

Sumário

1. INTRODUÇÃO.....	8
2. CARACTERIZAÇÃO DO MEIO FÍSICO E SOCIOECONOMICO DA REGIÃO DE REALIZAÇÃO DO TRABALHO.....	9
3. CARACTERIZAÇÃO DA INSTITUIÇÃO DE REALIZAÇÃO DO TRABALHO.....	11
3.1. Dupont do Brasil S.A. – Divisão Pioneer de Sementes.....	11
4. REFERENCIAL TEÓRICO.....	16
4.1. A cultura do milho no Brasil	16
4.2. Conceitos importantes	19
4.3. O melhoramento genético.....	21
4.4. Resistência de plantas aos patógenos	21
4.5. Programa de melhoramento genético do milho.....	23
5. ATIVIDADES REALIZADAS	24
5.1. Obtenção de linhagens.....	24
5.2. Formação de híbridos	26
5.3. Caracterização de Linhagens e Híbridos	28
5.3.1 Avaliações de linhagens	29
5.3.2 Avaliações de híbridos.....	30
5.4. Avaliação de doenças	31
5.5. Eventos OGM.....	37
5.6. Colheita, secagem, equipamentos e demais atividades	37
6. DISCUSSÃO E CONSIDERAÇÕES FINAIS	39
APÊNDICES.....	45

1. INTRODUÇÃO

A disciplina designada de “Defesa do Trabalho de Conclusão” está associada ao Estágio Curricular Obrigatório Supervisionado que faz parte da etapa final do curso de Agronomia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), sendo baseada na realização e apresentação de estágio em local relacionado à agricultura, consistindo em carga horária mínima de 300 horas.

O estágio foi realizado na região do planalto do RS, que é o celeiro na produção de grãos do estado, com altas produtividades médias de milho e soja nas safras de verão, aveia e trigo no inverno, e onde os produtores realizam alto aporte tecnológico de insumos. Na cidade de Passo Fundo e redondezas, existe um polo do agronegócio onde muitas empresas abastecem a cadeia de produção agrícola com máquinas, implementos, sementes, fertilizantes, assistência técnica e pesquisa. A empresa escolhida para realizar o estágio é líder de mercado no segmento de desenvolvimento de sementes de milho híbrido de alta tecnologia e possui um know-how de 40 anos de Brasil e quase 90 anos de história.

Uma empresa produtora de sementes no mercado de milho e soja, de marca e que oferece diversos setores de trabalho agrônomos, dos quais a pesquisa, produção e vendas de sementes interagem aos interesses do agronegócio. Os fatores determinantes que me motivaram pela escolha do local de estágio foram a oportunidade de aprofundar os conhecimentos em melhoramento genético e a vivência em empresa de nível global com grande organização, amplo investimento em biotecnologia e qualificação dos seus profissionais.

O objetivo deste estágio foi de incrementar o conhecimento sobre melhoramento genético de plantas de lavoura e buscar experiência de vida profissional ao fazer parte de sua equipe técnica aprendendo a conviver com os desafios diários de uma estação de pesquisa, seja acompanhando os ensaios in loco ou em outros municípios da região sul.

Este trabalho descreve as atividades durante o estágio na Estação de Pesquisa de Milho da empresa Dupont do Brasil S.A. Divisão Pioneer de Sementes Ltda, localizada no município de Coxilha, RS e nos ensaios regionais em propriedades rurais de produtores parceiros da companhia. As atividades foram desenvolvidas no período de 06 de janeiro a 28 de fevereiro de 2014, perfazendo 320 horas.

2. CARACTERIZAÇÃO DO MEIO FÍSICO E SOCIOECONOMICO DA REGIÃO DE REALIZAÇÃO DO TRABALHO

A unidade de pesquisa está localizada no município de Coxilha, às margens da Rodovia RS-135 que liga Passo Fundo a Getúlio Vargas, pertencente à Microrregião de Passo Fundo, com altitude de 721 metros. A unidade está dividida em diversos campos de ensaios onde se faz rotação das culturas do milho pesquisado com as culturas de soja e sucessão com aveia. Ao redor dos ensaios, dentro da área de domínio da empresa, se cultiva soja.

Os solos predominantes da região são identificados como Latossolo Vermelho distrófico húmico (LVd3), Latossolo Vermelho aluminoférrico húmico (LVaf), e Nitossolo Vermelho distroférico típico (NVdf1), representados pelos perfis de referência Passo Fundo, Erechim e Estação, respectivamente.

A caracterização dos Latossolos Vermelho aluminoférrico é representado por basalto como sendo a composição das rochas de origem. Apresentam saturação por alumínio igual ou acima de 50% e elevado teor de ferro (igual ou acima de 18%). Latossolo Vermelho distrófico se diferem pela composição das rochas de arenito, caracterizado por apresentar baixa saturação por base, inferior a 50%.

A caracterização Latossolos húmicos é referente ao horizonte A húmico, comparativamente com os típicos que apresentam horizonte A normal. Em geral, os Latossolos são caracterizados por solos argilosos com pouco ou nenhum incremento de argila com a profundidade, bem drenados, profundos a muito profundos, intemperizados e homogêneos. Apesar de apresentar acidez acentuada e baixa CTC, são solos com boa aptidão agrícola desde que corrigida a fertilidade do solo. Os Latossolos Vermelhos aluminoférricos ainda apresentam desvantagem de apresentarem elevado teor de alumínio trocável, o que pode conferir toxidez à algumas espécies de plantas.

Os Nitossolos são identificados em relevo suave a ondulado e são caracterizados por solos profundos, ácidos, com baixa CTC, bem drenados, porosos, friáveis e bem drenados. Estes solos podem ser utilizados em cultivos durante o inverno e verão, entretanto, com a utilização de práticas conservacionistas e com a utilização de plantas recuperadoras, já que são solos com boa aptidão agrícola desde que corrigido em fertilidade. Os Nitossolos Vermelhos distroféricos são solos com baixa saturação por bases (abaixo de 50%) e altos teores de ferro, entre 15 a 36%.

Para a cultura do milho, de acordo com o calendário agrícola médio da cultura para o Estado do Rio Grande do Sul (Figura 3), é importante caracterizar a região conforme o período crítico de déficit hídrico, assim como para os períodos de ocorrência de geada. Ambos eventos meteorológicos são de extrema importância porque são prejudiciais para o desenvolvimento das plantas nas fases de pendramento e espigamento e no estágio V6, respectivamente. (Berlato et al, 2005).

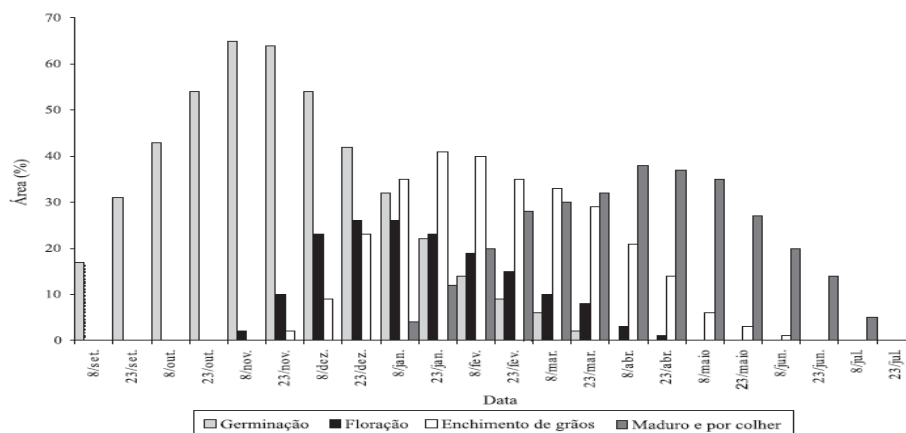


Figura 3. Calendário agrícola médio da cultura do milho, no Estado do Rio Grande do Sul. (Fonte: Berlato et al, 2005).

A ocorrência de geada, segundo as normais (período de 1966 a 1977) é mais frequente nos meses de maio a setembro na Microrregião de Passo Fundo (IPAGRO, 1979), variando de 10 dias de geada, em junho, e 1 dia de geada em maio e setembro. Já a probabilidade de ocorrência de precipitação menor do que a evapotranspiração potencial nos meses de janeiro e fevereiro (período 1913 a 1989) pode variar entre 35% e 27%, respectivamente, para a região de Passo Fundo (Bergamaschi et al., 1992).

Segundo a FEE (2014) o Conselho Regional de Desenvolvimento (COREDE) do Campos de Cima da Serra, a densidade Demográfica é de 9,5 hab/km², um PIB por município de R\$ mil 2.152.078 e PIB per capita de R\$ 21.880.

3. CARACTERIZAÇÃO DA INSTITUIÇÃO DE REALIZAÇÃO DO TRABALHO

3.1. Dupont do Brasil S.A. – Divisão Pioneer de Sementes

A DuPont Pioneer começou sua história em Iowa, EUA, em 1913 por Henry Wallace, um jovem pesquisador que iniciou um programa de produção de sementes melhoradas de milho. Os estudos das linhagens e seus cruzamentos tiveram tanto sucesso que em 1924, Wallace venceu um concurso de produtividade de milho. Dois anos depois, Henry Wallace fundou a Pioneer Hi-Bred, a primeira empresa dedicada a desenvolver, produzir e comercializar sementes de milho híbrido (DUPONT PIONEER, 2013).

Em 1967, Jayme Delfino Marques, da Proagro, no Rio Grande do Sul, estabeleceu parceria estratégica com a empresa norte-americana Pioneer Hi-Bred. Nos anos 70 foi instalada a unidade de beneficiamento de sementes em Santa Cruz do Sul, RS, e iniciou a pesquisa em Londrina, PR. Nesta época, houve o avanço tecnológico pelo surgimento dos híbridos, onde a cultivar 309B foi destaque no desenvolvimento da cultura no Brasil. O híbrido 6875 chegou a ficar 16 anos no mercado (DUPONT PIONEER, 2013).

Nos anos 80, houve grandes mudanças na companhia. Em 1982, a Pioneer adquiriu a Proagro e iniciaram os processos de beneficiamento em Santa Rosa, RS e Itumbiara, GO. Também implantou duas estações de pesquisa, uma em Itumbiara, GO e outra em Santa Cruz do Sul, RS. Os híbridos 3232, 3210 e 3230 foram desenvolvidos como os primeiros híbridos triplos no mercado e consolidaram a sua posição de liderança tecnológica no sul e rumaram para conquistar o centro do país. A Dupont comprou a Pioneer em 1999 e por fim, no ano de 2005, a companhia passou a se chamar Dupont do Brasil S.A – Divisão Pioneer de Sementes, ou mais popularmente “Dupont Pioneer”. A sede da empresa está localizada em Delaware, nos EUA e está presente em 90 países (DUPONT PIONEER, 2013).

No Brasil, hoje os produtos desenvolvidos são milho híbrido e soja, com as marcas Pioneer™ (a mais antiga e fidelizada no mercado) e Biogene™ (criada em 2007). As unidades de negócios estão divididas em Sul (MS, SP, PR, SC, RS e Paraguai) e Norte (resto do Brasil). A pesquisa é voltada inteiramente para o melhoramento de milho e soja, para criação de linhagens, híbridos e variedades com resistência a insetos e herbicidas, ou seja, os OGM's. A produção de sementes matriz está localizada em Itumbiara, GO, onde são multiplicadas as linhagens e híbridos parentais, bem como produzidos os híbridos comerciais. Em 2012, foi inaugurada a maior e mais moderna unidade de produção de soja em Catalão, PR, onde a empresa possui unidades de beneficiamento de soja e milho e centros de distribuição de

produtos. Também estão concentrados nesta região a cúpula dos setores de marketing, vendas, agronomia, crédito, cobrança e logística da empresa (DUPONT PIONEER, 2013).

A estação de pesquisa de milho em Coxilha foi fundada em 2002. Tem 19,45 hectares de área total e realiza dois programas de melhoramento em condição experimental de alta utilização de insumos. Um deles com o objetivo de desenvolver híbridos de milho superprecoces para a região Sul do país, focando em alta produtividade. O outro programa tem por objetivo desenvolver cultivares hiperprecoces, ou seja, de baixo coeficiente relativo de maturidade. O mercado de atuação desse programa seria o noroeste do RS, onde há demanda comercial para o cultivo de milho de elevada precocidade, podendo ser plantado no final de julho, com colheita estipulada para janeiro, permitindo que o produtor possa implantar na sua propriedade mais uma cultura de verão, com por exemplo a soja.

A estrutura é bem diversificada, com campos de ensaios de OGMs (sementes geneticamente modificadas), campos de PEQ (ensaios regulares das sementes que vem dos EUA), campos de nursery (blocos de cruzamentos, e populações segregantes), DR's (campos de avaliação de doenças) e *Yield Test Trials* que são campos para avaliação de rendimento de híbridos.

A empresa tem cooperados, que arrendam áreas para ensaios em diferentes locais da região Sul. Nestes ensaios são testados diferentes estágios de híbridos desenvolvidos pela empresa. A justificativa de lançar novos híbridos no mercado é dada pelo avanço das áreas de plantio no centro-oeste e norte do Brasil com uso de variedades superprecoces, a 2ª safra de milho. No RS, a superprecocidade de materiais possibilita ao produtor semear o milho em agosto e conseguir plantar a soja em sucessão. Os híbridos devem ter florescimento precoce, além de escapar de geada e frio, necessitam de cerca de 1330 GDU (*Growing Degree Unit*) e ser tolerantes a doenças. A estação empenha seus esforços para atender estas necessidades de mercado. Então, o foco de um dos programas de melhoramento é a precocidade dos materiais para que os produtores tenham a possibilidade de duas safras de milho por ano, ou milho depois soja.

Nos anos 80, com a incorporação da Proagro-Pioneer pela Pioneer Agricultura, houve lançamento de híbridos triplos, e nos anos 90, a empresa lançou os primeiros híbridos simples modificados que tiveram grande aceitação no mercado pelo seu ciclo superprecoce, porte baixo e folhas eretas que permitiam maior densidade de plantas. Em

1997, a Pioneer foi a primeira empresa no Brasil a obter o certificado ISO 9002 e o CQB (certificado de qualidade em biossegurança) que permitiu realizar pesquisas com OGMs. Atualmente, novos produtos foram lançados com eventos que combinam diferentes proteínas. A tecnologia Optimum™ Intrasect™, que é a combinação das proteínas Bt, Cry1F e Cry1AB, confere um amplo espectro de controle das pragas que atacam o milho. Além disso, há uma combinação em associação com a tecnologia Roundup Ready® (DUPONT PIONEER, 2013).

Os produtos da marca Pioneer são posicionados tecnicamente para as safras de verão quanto a densidade de plantas, altitude e época de plantio. O desafio é manter materiais no mercado com potencial elevado de produtividade para atender a demanda de produtores, com expectativas de altos rendimentos. Também oferecer produtos para fins de silagem com característica de uniformidade no estande de plantas na lavoura, elevada precocidade de florescimento e maturação, aliadas com resistência às doenças. A empresa preconiza colocar no mercado sempre produtos que superem os já em uso, pelo menos em rendimento.

Os programas de melhoramento da Dupont Pioneer desenvolvem linhagens e híbridos. Quando os híbridos pré comerciais são testados e passam para gerações avançadas, o setor de marketing decide juntamente com o setor de pesquisa quais destes materiais serão comercializados com as marcas Pioneer ou com a marca Biogene. A diferença entre ambas as marcas é apenas o nome, pois integram o mesmo programa de melhoramento genético. Isto é uma estratégia da empresa para colocar duas marcas concorrentes no mercado, porém sendo da mesma companhia, disputando com mais força por espaço no mercado com as demais concorrentes.

A meta do programa de melhoramento é desenvolver as sementes híbridas, e o setor comercial realiza lançamentos pelo menos cada dois anos no mercado, com a marca Pioneer™ ou Biogene™ (Tabelas 1 e 2). Dos híbridos consagrados, destaque é dado para o P1630H que consegue manter alto rendimento de grãos e ser o material mais precoce disponível da marca Pioneer™. Este chega a maturar o grão na lavoura uma semana antes que o P2530H, podendo colher com cerca de 18% de umidade, porém não suporta pressão alta de *Exserohilum turcicum* em comparação ao P2530H.

O híbrido 30F53H ainda se mostra como líder de mercado. Na tabela 1, vemos a lista de produtos da marca Pioneer para a região sul. O milho BG 7318H é um dos últimos lançamentos para marca Biogene™ e na tabela 2 encontra-se uma lista de produtos da marca Biogene (DUPONT PIONEER, 2013).

Tabela 1 – Híbridos da marca Dupont Pioneer relacionados para a região sul e suas respectivas características marcantes. (Fonte: Dupont Pioneer, 2014).

PIONEER CARACTERÍSTICA	
30B30	Híbrido Triplo - Qualidade de grãos e produção de silagem a um custo acessível
30B30H	Híbrido triplo Qualidade de grãos e produção de silagem a um custo acessível com Gene Herculex® I
30B39	Híbrido Simples Modificado - Potencial produtivo com estabilidade para grãos e silagem
30B39H	Híbrido Simples Modificado - Potencial produtivo com estabilidade para grãos e silagem com Gene Herculex® I
30F53	Híbrido Simples - Potencial produtivo com elevada estabilidade
30F53H	Híbrido Simples - Potencial produtivo com elevada estabilidade com Gene Herculex® I
30F53HR	Híbrido Simples - Potencial produtivo com elevada estabilidade com Gene Herculex® I e Roundup Ready 2®
30F53YH	Híbrido Simples - Potencial produtivo e estabilidade para terras altas, baixas e Safrinha com Gene YieldGard® e Herculex® I
30K64H	Híbrido Simples - Potencial produtivo com defensividade e estabilidade com Gene Herculex® I
30K75	Híbrido Simples Modificado - Estabilidade produtiva com precocidade na colheita
30K75Y	Híbrido Simples Modificado - Estabilidade produtiva com precocidade na colheita com Gene YieldGard®
30R50	Híbrido Simples - Potencial produtivo e precocidade com elevada estabilidade
30R50H	Híbrido Simples - Potencial produtivo e precocidade com elevada estabilidade com Gene Herculex® I
32R22	Híbrido Simples - Potencial produtivo com defensividade e qualidade de grãos
32R22H	Híbrido Simples - Potencial produtivo com precocidade e qualidade de grãos com Gene Herculex® I
32R48H	Híbrido Simples - Superprecocidade na colheita com potencial produtivo e tolerância à Cercospora com Gene Herculex® I
P1630	Híbrido Simples - Hiperprecoce com elevado potencial produtivo com Gene Herculex®
P1630H	Híbrido Simples - Hiperprecoce com elevado potencial produtivo com Gene Herculex®
P2530	Híbrido simples - Superprecocidade com potencial produtivo
P2530H	Híbrido simples - Superprecocidade com potencial produtivo com Gene Herculex® I
P3646	Híbrido Simples - Precoce com alto potencial produtivo
P3646H	Híbrido Simples - Precoce com alto potencial produtivo com Gene Herculex® I

Tabela 2 – Híbridos da marca Biogene e suas respectivas regiões de recomendação. (Fonte: Dupont Pioneer, 2014).

BIOGENE REGIÃO RECOMENDADA PARA CULTIVO	
BG7046	Sul
BG7046H	Sul
BG7049	Sul, Centro e Safrinha
BG7049H	Sul, Centro e Safrinha
BG7051H	Sul e Centro
BG7060	Sul
BG7060H	Sul
BG7060HR	Sul
BG7061H	Safrinha

De maneira a se tornar referência na indústria de sementes, uma série de procedimentos, serviços e padrões de qualidade em pesquisa, produção e assistência no campo se torna necessária para posicionar com maior precisão suas cultivares de milho. Sendo assim, a empresa entendeu que dividir o Brasil em Zonas Ambientais Homogêneas (ZAHs), agrupando regiões onde as cultivares apresentam comportamento estável, é uma maneira eficaz de georreferenciar áreas apropriadas para os cultivos de cada produto (Figura 4).



Figura 4 – Regiões de aptidão do híbrido simples 30F53. (Fonte: Dupont Pioneer, 2014).

4. REFERENCIAL TEÓRICO

4.1. A cultura do milho no Brasil

O milho (*Zea mays* L.) por ser uma gramínea tende ao perfilhamento. Contudo o melhoramento genético seleciona sempre para plantas unicolmo, com uma espiga. Possui as duas estruturas reprodutivas na mesma planta (monóico), porém há uma distância entre as estruturas masculina e feminina, além de em alguns casos não haver sincronismo entre o tempo de liberação de pólen e o momento dos estigmas estarem receptíveis. Portanto, a classificação quanto a reprodução para o milho é que mais de 95% seja cruzada, isto é, o pólen das plantas fecundam os óvulos de outras plantas dentro da lavoura. O pólen pode ser carregado pelo vento até 400m.

A sincronia entre liberação de pólen viável pelo pendão e a recepção pelos estigmas precisa acontecer para haver a fecundação em uma lavoura homogênea. O estágio de polinização é, portanto, um período muito crítico para a planta, pois este processo é extremamente sensível ao estresse causado pela estiagem. Então o déficit hídrico pode resultar em diminuição do sincronismo e não formação dos grãos, como também pode causar a morte da planta.

Em relação à produtividade, conforme ilustra a Figura 5, o milho sofreu, nas últimas décadas, forte incremento. Muito disto deve-se a todo o esforço dos pesquisadores, tanto das instituições públicas quanto das empresas privadas, no sentido

de desenvolver híbridos mais produtivos, utilizando-se dos recursos do melhoramento clássico e da engenharia genética. Como exemplo disto pode-se citar a evolução dos híbridos quanto à sua classificação, seguindo ordem cronológica de híbridos duplos, triplos e simples. A busca por materiais mais produtivos, com maior sanidade e também com a precocidade ideal para cada região, é o que tem norteado a pesquisa de milho nos últimos anos (Conab, 2012).

A biotecnologia veio a somar à produtividade, permitindo maior tolerância da cultura às principais pragas. Também alguns serviços agregados como o tratamento químico adicional de sementes e a adequação dos diversos híbridos aos diferentes ambientes são práticas que possibilitam melhores resultados. Por tudo isto, no Cerrado houve incremento da ordem de 65 sc/ha de milho nos últimos 30 anos, sem considerar os acessórios tecnológicos e, sim, somente ao melhoramento genético (DUPONT PIONEER, 2013).

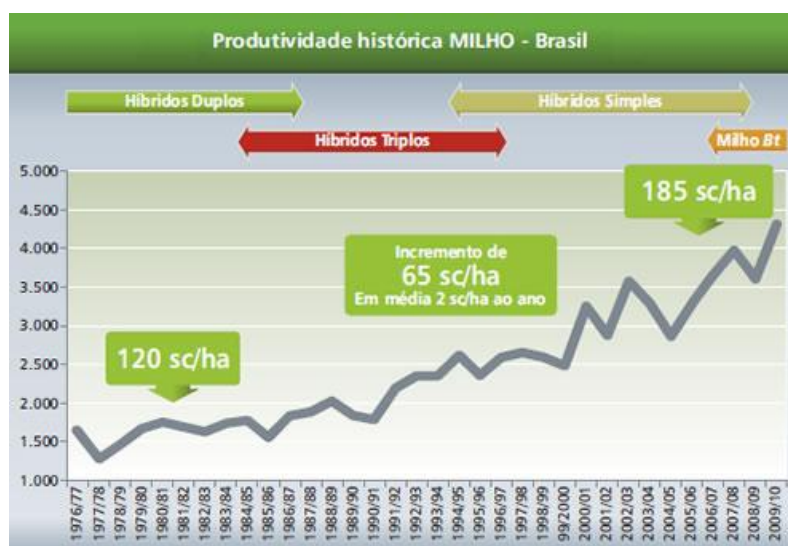


Figura 5 – Evolução de produtividade do milho entre 1976/77 até 2009/10. (Fonte: Dupont Pioneer, 2014).

O Brasil é o terceiro maior produtor mundial de milho, totalizando 53,2 milhões de toneladas na safra 2009/2010. Atualmente, com área estimada em 15 milhões de hectares cultivados são produzidas ao redor de 65 milhões de toneladas (Conab, 2012). Aproximadamente 70% de todo o milho produzido é destinado à fabricação de rações para o consumo animal, alimentando principalmente os setores da avicultura e suinocultura do país.

Os apêndices I, II e III referenciam as áreas, produtividades e produções de milho em 1ª, 2ª safra e total, respectivamente, segundo levantamento de maio de 2012 da Conab, referente à safra 2010/11 para 11/12.

A área plantada de milho passou de 13,8 para 15,4 milhões de hectares. A produção passou de 57,4 para 65,9 milhões de toneladas. O rendimento médio de grãos manteve-se com variação pequena, mostrando produtividade entre 4,158 e 4,265 toneladas de grãos por hectare de uma safra para outra. No entanto, percebe-se que as médias de rendimento obtidas no Distrito Federal são as maiores porque são áreas irrigadas, seguido por Goiás. Os estados da região sul mantiveram-se acima da média, salvo o Rio Grande do Sul que sofre com incidência de estiagem nos meses críticos da cultura em alguns anos, como foi 2011/12. A média brasileira está abaixo do potencial oferecido pelos cultivares disponíveis no mercado (CONAB, 2014).

Há aproximadamente 5 anos, as lavouras de milho com alta tecnologia eram plantadas com sementes híbridas oriundas de programas de melhoramento genético convencional, com produtividades médias ao redor de 8.500 kg/ha a 9.000 kg/ha. No caso da safrinha, estas produtividades giravam ao redor de 5.000 kg/ha a 5.500 kg/ha, dependendo das condições climáticas e práticas de manejo adotadas. Até este período, os grandes gargalos da cultura do milho concentravam-se no manejo de pragas, em especial a lagarta-do-cartucho (*Spodoptera frugiperda*), praga de difícil controle que exigia, em muitos casos, mais de três aplicações de inseticidas, na necessidade de aumento de uso de fertilizantes, principalmente das doses de nitrogênio, e da população de plantas para manter um bom estande até o final do ciclo.

Cultivado em diferentes sistemas produtivos, o milho é plantado principalmente nas regiões Centro-Oeste, Sudeste e Sul. O grão é transformado em óleo, farinha, amido, margarina, xarope de glicose e flocos para cereais matinais. O estudo das projeções de produção do cereal, realizado pela Assessoria de Gestão Estratégica do Mapa, indica aumento de 19,11 milhões de toneladas entre a safra de 2008/2009 e 2019/2020. Em 2019/2020, a produção deverá ficar em 70,12 milhões de toneladas e o consumo em 56,20 milhões de toneladas. Indicando, portanto, que o Brasil deverá fazer ajustes no seu quadro de suprimentos para garantir o abastecimento do mercado interno e obter excedente para exportação, estimada em 12,6 milhões de toneladas em 2019/2020. Número que poderá chegar a 19,2 milhões de toneladas. O Brasil está entre os países que terão aumento significativo das exportações de milho, ao lado da Argentina. O crescimento será obtido por meio de ganhos de produtividade. Enquanto a

produção de milho está projetada para crescer 2,67% ao ano nos próximos anos, a área plantada deverá aumentar 0,73% (MAPA, 2014).

4.2. Conceitos importantes

Em termos de legislação, é importante conhecer elementos importantes ligados ao melhoramento genético. Segundo a Lei nº 11.105, de 24 de março de 2005, no artigo 3º (...) IV – engenharia genética: atividade de produção e manipulação de moléculas de ADN/ARN recombinante; V – organismo geneticamente modificado - OGM: organismo cujo material genético – ADN/ARN tenha sido modificado por qualquer técnica de engenharia genética; VI – derivado de OGM: produto obtido de OGM e que não possua capacidade autônoma de replicação ou que não contenha forma viável de OGM (CTNBio, 2006).

Em linguagem científica, o fenótipo é resultado do efeito do genótipo mais o efeito ambiental, portanto, as características que são herdáveis possuem uma mensuração que é chamada de herdabilidade. Ou seja, um parâmetro genético herdável, medido pelo quanto da variação (superioridade) é passado para a geração seguinte.

A heterose, também chamada de vigor híbrido, é o fenômeno pelo qual os filhos provenientes de cruzamentos apresentam melhor desempenho (mais vigor ou maior produção) do que a média de seus pais. A heterose será tão mais pronunciada quanto mais divergente, ou seja, quanto mais diferentes geneticamente forem as linhagens envolvidas no cruzamento, portanto, o máximo vigor híbrido é usado para explorar os híbridos. (Fehr, 1987)

Endogamia é um sistema em que os cruzamentos se dão entre indivíduos aparentados, relacionados pela ascendência, ou seja, é a união de indivíduos mais aparentados do que a média da população. Tem como efeito genético a diminuição da heterozigose e o aumento da homozigose, e, como efeito fenotípico, uma grande manifestação de genes recessivos, que acabam resultando em perda de vigor, assim como a perda da variância, à medida que aumenta o parentesco. Este processo é utilizado para fixar característica de interesses em uma linhagem dentro de um grupo heterótico para ser usada nos cruzamentos. (Fehr, 1987)

O germoplasma é a maior “riqueza”, o patrimônio chave, que serve de base para o sucesso dos programas de melhoramento para obter novas linhagens e híbridos, pois, com o conhecimento deste o melhorista tem condições de definir as melhores

combinações. Convém ressaltar que não basta que os pais sejam diferentes para que o híbrido tenha qualidade. Um banco de dados com as informações sobre avaliações, testes e observações de cada material é necessário para manutenção e utilização adequada de um *background* genético. O intercâmbio de material entre estações oferece condições de introduzir novos genes no banco de germoplasma, conseqüentemente contribuindo para uma alta variabilidade genética e introdução de novas características. (Teixeira et al, 2005).

No processo de formação de linhagens e híbridos, as linhagens são correspondentes em dois grupos heteróticos distintos planejado pelo programa. O grupo dos *Non-Stiff Stalk Synthetic (NSSS)*, que são usados como macho, tem como principal característica a produção de pólen em maior volume e com viabilidade por mais tempo, e o grupo dos *Stiff Stalk Synthetic (SSS)*, que tem característica de serem melhores produtores de espigas e grãos. Os dois grupos são conduzidos separadamente para se alcançar a máxima heterose dos híbridos, evitando ao máximo a endogamia.

O método de Duplo Haploide é utilizado para obter uma linhagem homozigota em apenas uma geração. Dentre as características vantajosas proporcionadas pelos duplo-haploides pode-se citar a máxima variação genética, a completa homozigose e a redução do tempo e custo envolvidos na obtenção das linhagens. A duplicação do cromossomo é feita por colchicina em laboratório e a semente haploide vira diploide e pode ser cultivada em ambiente controlado (casa de vegetação). Consiste em realizar um cruzamento em que na geração seguinte obtem-se uma descendência com 100% de locos em homozigose de toda informação genética da mãe, enquanto o pai serve apenas de indutor. Então se usa um parental que foi selecionado com as características que se deseja passar para a próxima geração, pois foi avaliada por algum marcador morfológico ou genético; fecunda-se este genótipo com o pólen do indutor de coloração roxa, que fará a transmissão deste marcador morfológico de coloração roxa na epiderme do grão por fecundar apenas os núcleos reprodutivos que darão origem ao endosperma e não ao embrião. Como o embrião formado não herda as características dos dois pais, apenas de um, ele é um material haploide que será induzido artificialmente a diploidia. (GEIGER e GORDILLO, 2009).

As análises de capacidade geral de combinação (CGC) e específica (CEC) para formação de híbridos são importantes no melhoramento de plantas alógamas, pois as linhagens precisam ser boas combinadoras e não apenas carregarem boas informações genéticas. Portanto é crucial estabelecer quais são as linhagens com alto valor de CGC,

onde se sabe que estas são linhagens que combinam bem com várias linhagens. A CEC é um valor atribuído a uma linhagem que se combina bem com apenas outra linhagem, por isso é chamada de específica.

4.3. O melhoramento genético

O desenvolvimento de cultivares melhoradas geneticamente tem sido a maior contribuição para o incremento de produtividade e qualidade das plantas usadas para alimentação humana e animais domésticos, fibras e ornamentais. (...) O melhoramento de plantas é a arte e a ciência que estuda a genética capaz de realizar o melhoramento das culturas (ALLARD, 1960). Não existem programas de melhoramento de plantas que sejam idênticos. Cada melhorista encara uma circunstância única para a qual precisa desenvolver uma estratégia de criação de cultivares. As espécies de plantas, recursos disponíveis, expectativas do empregador, e demandas do mercado são alguns dos fatores para as circunstâncias encontradas (FEHR, 1991).

Ainda pode ser dito como o “negócio” de modificar as plantas em benefício do homem. Como arte, depende da intuição, imaginação, habilidade, criatividade e das experiências de vida de cada indivíduo. Como ciência, depende dos princípios de genética e conhecimento sistemático de outras ciências correlatas como botânica, bioquímica, fisiologia, biologia molecular, estatística, entre outras. Como negócio, o melhoramento de plantas está cada vez mais competitivo, valendo-se da ciência e necessitando de mão-de-obra cada vez mais qualificada e eficiente (ALLARD, 1960).

O objetivo geral do melhoramento de plantas é desenvolver novas variedades ou cultivares de plantas com características de interesse do homem. Os objetivos específicos estão voltados a desenvolver variedades com elevado rendimento e qualidade, de alta estabilidade de rendimento e adaptadas aos ambientes em que serão usadas. Devem atender a demanda dos agricultores, da agroindústria e também está inclinada a desenvolver produtos que beneficiem o consumidor final, que exige as características de gosto de acordo com a cultura de cada local (EMBRAPA, 2005).

4.4. Resistência de plantas aos patógenos

A fitopatologia é fundamental para o sucesso de um programa de melhoramento. As pragas e doenças causam danos consideráveis à agricultura e podem trazer perdas ao agronegócio, colocando em risco a segurança alimentar de bilhões de pessoas em todo o mundo. Se tratando de milho, uma cultura amplamente cultivada, a resistência genética tem sido eficientemente utilizada para o controle destas.

A ocorrência da doença em uma determinada área de cultivo para uma espécie vegetal cultivada qualquer pode ser ilustrada através do triângulo das doenças. A partir deste triângulo é possível observar que existem três fatores essenciais que determinam a ocorrência da doença, sendo eles: (i) hospedeiro suscetível, (ii) patógeno virulento e (iii) ambiente favorável. (NAVA, 2011?).

Durante o desenvolvimento de variedades de plantas resistentes a patógenos, o melhorista deve levar em consideração a variabilidade genética existente tanto do patógeno (agente causal) como da planta (hospedeiro). A resistência genética na maioria das variedades comerciais é efetiva apenas por um período relativamente curto de tempo (poucos anos), devido ao surgimento de novas raças do patógeno. Então, estratégias para aumentar a duração da resistência genética são necessárias aos programas de melhoramento genético de plantas em todo o mundo.

Os materiais dos EUA receberam melhoramento por décadas que fixou características de plantas altas, com folhas eretas para aumentar a densidade de plantas, alta precocidade e rendimento. Já os materiais que vem de regiões tropicais, onde existe maior pressão de doenças, possuem genes de resistência a patógenos.

A resistência pode se manifestar de diferentes modos quanto à estabilidade e à especificidade, sendo regida geneticamente também de modo diferenciado. Conforme suas características pode ser classificada como resistência vertical ou horizontal.

A hipótese "gene-a-gene" proposta por FLOR (1971) foi um dos mais importantes eventos na história da patologia de planta, onde para cada gene determinando resistência no hospedeiro há um gene, específico e relacionado, determinando patogenicidade no fungo. A resistência ou a suscetibilidade seria a expressão da interação do complexo gênico e citoplasmático do hospedeiro com o complexo gênico e citoplasmático do patógeno, ambos afetados pelo ambiente; individualmente ou na interação entre patógeno e hospedeiro (FLOR, 1956). A resistência vertical, ou imunoresistência é conferida por um ou mais genes (monogênica ou oligogênica), com expressão de genes maiores, apresentando resistência a raças específicas e normalmente revelando pouca estabilidade (VAN DER PLANK, 1982).

Neste caso ou há a doença no hospedeiro ou não há, por isso é chamado de vertical. Considerada de maneira fácil e eficaz de se trabalhar em um programa de melhoramento genético por ser condicionada por poucos genes de expressão maior e devido a transferência destes genes de um material para outro dentro do programa ser feita através de simples cruzamentos. Porém, limita-se pela facilidade com que os patógenos neutralizam estes genes, principalmente devido a seus mecanismos de geração de variabilidade genética (mutações e recombinação), sendo a resistência a raças específicas pouco durável, o grande viés deste tipo de resistência.

Deve-se conhecer que a proporção de doença num hospedeiro é determinada pelo inóculo inicial do patógeno, a taxa média de infecção e o tempo no qual a infecção ocorreu. E que, segundo VAN DER PLANK (1975), a resistência horizontal é uniforme, condicionada por vários genes (poligênica) de pequeno efeito, raça não-específica, geralmente durável, não existindo interação diferencial entre as raças do patógeno e as variedades do hospedeiro. Então, a resistência horizontal reduz a taxa média de infecção do patógeno, ao contrário da resistência vertical que atua preferencialmente no inóculo inicial do patógeno.

A Pioneer prioriza a resistência poligênica/horizontal, visando a durabilidade da resistência e, além disso, sempre está em busca de novos genes que conferem resistência às principais doenças do milho no Brasil. À medida que se encontram genótipos com vários genes condicionando a resistência, a probabilidade do patógeno superar as defesas da planta por seus mecanismos naturais de geração de variabilidade é pequena, por isso a resistência horizontal é caracterizada pela estabilidade e durabilidade.

4.5. Programa de melhoramento genético do milho

A síndrome da domesticação do milho resultou em alterações no hábito de crescimento das plantas e na morfologia dos grãos. De vários colmos que o seu ancestral, o teosinto, tinha, passou para apenas um colmo. De hábito de crescimento indeterminado, passou para uma dominância apical e, sementes nuas passaram a ser aderidas ao sabugo e envoltas pela palha” (BORÉM, 1999).

O milho por ser uma planta alógama (fecundação aberta) aumenta a proporção de locos em heterozigose nos seus descendentes. O milho híbrido é resultado do cruzamento de linhagens puras, isto é, geneticamente distantes. No entanto, devido aos programas de melhoramento possuírem natureza cíclica, o objetivo é reunir os alelos favoráveis que estão dispersos na população a partir da seleção recorrente. Com o desenvolvimento de populações segregantes, se produz as linhagens endogâmicas, sendo os grupos heteróticos fundamentais para a geração de F1.

O desenvolvimento de linhagens a partir do F1 planeja juntar as duas características de interesse numa nova linhagem, até se tornar pura realizando autofecundação, ou por duplo haploide. Todavia, em F3, quando uma linhagem avaliada se mostra com boas características, já é usada no Teste Cross para avaliar a capacidade de se combinar com as linhagens testadoras. A população em F2 que contem materiais vindos de diversos cruzamentos das linhas de F1, chamado de *Miscelânea Cross Block* (MCB), possui uma variabilidade imensa de genótipos que expressam então muitas diferenças fenotípicas na população.

5. ATIVIDADES REALIZADAS

5.1. Obtenção de linhagens

As polinizações já estavam no final quando o estágio foi iniciado. Entretanto, foi possível ainda executar diversas autofecundações e cruzamentos. O importante nesta etapa do programa é saber que, enquanto se avança uma linhagem com sucessivas autofecundações, na geração de F3 já são usados materiais para cruzamentos, ao mesmo tempo das autofecundações. Pois em havendo boa capacidade geral de combinação com as linhagens testadoras, estes materiais já são enviados para multiplicação de sementes e vão para ensaios regionais.

No caso dos F3, são produzidos os Test Cross, para verificar o potencial produtivo das linhas de cultivo. Isso ajuda no processo de seleção dessas linhas que seguirão para F4. Então no F3 além da seleção baseada em caracteres fenotípicos, temos ainda a pretensão de produtividade na carga genética, que é analisada através dos Test Cross.

A identidade genética da linhagem pode ser facilmente mantida, desde que mutações e polinização cruzada não estejam ocorrendo. Para desenvolver as linhagens puras é preciso realizar sucessivas autofecundações durante o avanço de gerações para aumentar a frequência do mesmo alelo no mesmo loco, ou seja, locos em homozigose para tornar a linhagem fixa. Desta maneira, as linhagens endogâmicas expressarão fenotipicamente as características determinantes da família para serem utilizadas em cruzamentos quando os caracteres forem desejáveis, caso contrário serão descartadas. Algumas podem ir para o germoplasma se tiverem alguma característica relevante como resistência a doenças.

O processo de autofecundação inicia com a proteção da espiga com sacola plástica. Os pendões com pólen viáveis são ensacados com pacote e após um dia ou dois, de maneira cuidadosa, se bate no pacote que estava no pendão, com a mão, para este soltar bem o pólen e se remove do pendão sem deixar cair pólen. Em seguida, rapidamente para não haver contaminação, retira-se a proteção plástica da inflorescência feminina despeja-se pólen nos estigmas, já com o pacote envolvendo a espiga e fecha-se na base com grampeador de modo a fecundar o máximo possível e ter espaço para desenvolvimento da espiga dentro do pacote (Figura 6).



Figura 6 – Polinização artificial. (Fonte: Dupont Pioneer, 2014)

Por até 72h os grãos de pólen são viáveis dentro dos pacotes. Após o início do desenvolvimento reprodutivo, durante a formação e enchimento de grãos na espiga, esta precisa estar protegida pelo saco identificador com as unidades de graus/dia e receber tratamentos fitossanitários com inseticidas e fungicidas, pois o microambiente propicia umidade e condições adequadas a pragas e doenças de final de ciclo.

Esta atividade foi realizada nos campos de quarentena, onde se cultivam todos os anos materiais norte americanos que precisam passar por uma safra sendo observados

quanto a presença de alguma praga e sendo fiscalizados pelo ministério da agricultura. Também são feitos em campos de portaria, onde os materiais que vieram da quarentena são cultivados. E em cada avanço de geração, até a linhagem ser obtida pura em F6.

A empresa conduz duas “linhas de produção” de linhagens. Uma que é conduzida pelo método convencional, chamado de Pedigree ou Genealógico, para obtenção de uma linhagem que ofereça 99% de endogamia em F6 ou 75% de locos em homozigose em F3. O outro método é o de duplo haploide (DH), que se obtém uma planta com 100% de locos em homozigose já na geração F1.

O início das autofecundações ocorre a partir do cruzamento entre duas linhagens disponíveis no programa, geradas dentro da estação ou vindas de um cultivo de um ano antes na quarentena. Estas geram uma população segregante, com alta variabilidade. Assim, a partir desta população com distribuição alternada de frequência de alelos em vários locos diferentes, por assim dizer um alto grau de heterose (vigor híbrido), se planeja e norteia os próximos passos, conforme os objetivos determinados para seleção em F2. Foi assistido o final dos cultivos de F1 e a colheita enviada para Palmas, onde multiplicam os materiais no inverno para aumentar o número de sementes.

Foram realizadas de 5 a 8 mil autofecundações por dia em média, sendo cerca de 200 mil pacotes para serem “batidos” na safra, entre dezembro de 2013 e janeiro de 2014. As linhagens endogâmicas, conferem baixo vigor de F1 pra F2, mostram quebra de resistência e baixa estatura de plantas ao longo do avanço de gerações. As sementes de F1 e F2 (segregantes) são cultivadas para linhagens puras em duas fileiras de 4m de comprimento com uma repetição, aumentando a interação fenótipo/ambiente, porque foram multiplicadas em Palmas e precisam se adaptar bem a região sul. A F2 pertence ao mesmo grupo heterótico e dentro deste existem subgrupos, cada 8 ou 10 fileiras é de um bloco de cruzamento que vai gerar uma linhagem. As gerações F3 e F4 são avançadas pelo método genealógico, colhendo de 3 a 4 espigas por fileira.

5.2. Formação de híbridos

Uma vez já pré-estabelecidos pelo planejamento do programa e contendo os códigos com a localização de cada material, os cruzamentos foram feitos na portaria, onde estavam as gerações F3 de algumas linhagens endogâmicas. O pólen coletado da planta doadora vem dos grupos heteróticos de linhagens já conhecidas geneticamente.

Os grupos heteróticos são amplamente utilizados nos programas de melhoramento. Para o desenvolvimento de populações segregantes, deve-se cruzar genitores pertencentes ao mesmo grupo heterótico. As linhagens em desenvolvimento seguem sendo avançadas em sucessivas autofecundações. A cada geração reduz 50% a heterozigose e segue aumentando a depressão endogâmica até a formação de linhagem pura em F6, conforme falado nas atividades de autofecundação.

Foram realizados os testes de capacidade geral de combinação (CGC) em F3 após serem autofecundadas as populações segregantes do mesmo grupo heterótico. Em F4, ainda foi feito novo teste de CGC e, os com boas notas, seguiram para ensaios de R1 em vários locais para virarem híbridos pré-comerciais, chamados de PCTs (*Previous Commercial Trials*). Ou seja, na colheita da geração F4, obteve-se então novas linhagens, por estarem com alta homozigose. Estas serão usadas na criação de novos híbridos.

Outro caminho até entrar nos ensaios de PCT é pela rota dos DHs. Os parentais que foram cruzados e geraram uma população que não segrega em F1 por causa deste método, são conhecidos e para serem considerados bons produtores de híbridos, devem ser colhidos os melhores filhos de cada cruzamento e avaliados.

Para a empresa, é muito custoso levar adiante materiais que não vão ser bons e ter que descartá-los lá na frente, depois de ter investido em duplo haploide, multiplicação de sementes em Palmas e ensaios de Teste Cross. Os DHs são para a obtenção de linhagens e o processo de lançamento de híbridos. Portanto, o planejamento dos cruzamentos para obtenção de híbridos deve ser muito rigoroso quanto a seleção de quais materiais realmente vão ser bons.

Este é o desafio para o melhorista, porque muitas vezes num campo de DHs ou na formação de uma linhagem, não se expressam as características que estão sendo buscadas, mas o material possui esta informação nos genes. Seja porque houve uma população pequena para avaliar, ou porque houve alguma contaminação, ou quem sabe até uma segregação.

O conhecimento de campo e o planejamento das atividades são cruciais para uma boa avaliação. As ferramentas de biotecnologia auxiliam muito o trabalho do melhorista na parte de predições, pois quanto mais marcadores genéticos possuir melhor para ajudar na seleção. Então, o mapeamento de genes em plantas contribui para desvendar qual a ação de determinados genes.

Pelo caminho da produção de híbrido pelo método de Pedigree, após o primeiro Test Cross em F4, se realiza novamente no outro ano mais um Test Cross, onde se confirma o potencial do híbrido e se codifica em pré comercial, ou PCT, para ser plantado em condição de lavoura. Nestas condições, os híbridos sofrem uma pressão de seleção de fatores ambientais em cada local onde são realizados os ensaios.

Cerca de 500 cruzamentos por ano são realizados em cada grupo heterótico, o que representa bastante trabalho para os avaliadores. Entretanto, para maior agilidade, usou-se iPads, iPods e iPhones ao invés de planilhas a mão, o que facilita a gestão de dados. Estes equipamentos são suporte a logística, e as avaliações poder ser feitas em seguida (*data collection*).

O sistema de avanço de produtos tem os diferentes estágios como mostrado no esquema a seguir:

Ensaios R1 – 500 híbridos em 12 a 16 locais

Ensaios R2 – 300 híbridos em 25 locais

Ensaios R3 – 10 híbridos em 50 locais

Ensaios R4 – 4 híbridos em 120 locais

Ensaios R5 – 1 híbrido em 250 locais

Em R1 são testados vários materiais em poucos locais até chegar em R5 e se ter o melhor material em diversos locais.

Durante o período de estágio ocorreu este evento na região sul e estiveram visitando a estação pesquisadores de centros da Argentina, Brasil, México, Índia e Estados Unidos, que percorreram os ensaios comerciais pela região sul. Os melhoristas responsáveis pelas unidades de pesquisas da empresa reuniram-se com os colaboradores para que a área comercial discutisse e avaliasse conjuntamente quais os materiais em PCT avançariam de R4 para R5 e quais híbridos comerciais seriam escolhidos para lançamento no catálogo da empresa.

5.3. Caracterização de Linhagens e Híbridos

Todas as linhagens e híbridos que são produzidos pelos dois métodos, convencional ou DH, devem ser caracterizados quanto a caracteres agrônômicos, doenças e descritores morfológicos. Portanto em cada etapa do melhoramento é necessário fazer anotações das características mais importantes para cada momento.

Altura de planta, folhas eretas, altura de inserção de espiga na planta, diâmetro de espiga, pendão, cor de espiga, cor de grão, perfilhamento, morte de plantas na linha, médias de HU (*Heat unit*) ou GDU, resistência a tombamento, incidência de doenças, escore geral, comentários do melhorista e demais anotações foram feitas em cada etapa do avanço de gerações de linhagens e de híbridos.

Em F1 ocorre o “choque” genético entre linhagens e estas plantas vão expressar um máximo de vigor de híbrido, havendo uma heterogeneidade dentro da população. Por se tratar de uma população, os melhoristas visualizam planta por planta na linha e selecionam então, aquelas plantas que juntaram as características de interesse dos parentais. Estas características foram definidas por altura das plantas, média de HU (em graus dia), sanidade e uniformidade, além de rendimento. As espigas de cada planta selecionada dentro da população foram enviadas para Palmas para serem multiplicadas.

Em F2, os genótipos estão retornando ao ambiente onde existe a pressão de patógenos e no qual se observam as incidências e severidades. Nesta etapa, foram feitas anotações, quanto a adaptação para explorar todas as características possíveis do cruzamento. Isto explica o fato de haver um grande número de plantas e um espaçamento ideal de lavoura para que estas expressem o máximo do seu potencial genético. Nesta etapa a seleção é baseada nas características agrônômicas.

5.3.1 Avaliações de linhagens

Em linhagens, o importante a ser observado são que as características não precisam ser todas com notas altas. Dentro de um conjunto de caracteres, é necessário que existam determinadas características com boas notas e que isto permita a linhagem ter uma boa nota geral. Diferentemente de híbridos, as linhagens precisam ser boas em produzir híbridos, tendo uma boa CGC ou CEC.

Quando se combina uma linhagem com resistência a doenças com uma linhagem de alto rendimento, se busca combinar os genes destas duas em um híbrido, para seus filhos terem um conjunto de genes favoráveis, e uma frequência alta destes genes favoráveis sendo expressos no fenótipo. Então, a expressão de um bom híbrido não depende necessariamente de combinar duas linhagens excepcionais, pois isto não garante que o cruzamento gere um híbrido excepcional. Logo, é fundamental que se

tenha diferentes linhagens com características de interesse em cada uma, que combinando as duas pode gerar um híbrido interessante, que vai ser levado a diante.

As características avaliadas foram notas para plantas mortas, incidência de doenças, média de graus dia para maturação fisiológica, altura de plantas, tipo de pendão, tipo de espiga, cor e altura de inserção de espiga na planta. As linhagens seguem avançando para fixar estas características em F6.

5.3.2 Avaliações de híbridos

O que o programa busca são plantas resistentes a doenças, com uniformidade de plantas e principalmente, a característica mais importante que é elevado rendimento de grãos. As características agrônômicas são relevantes em cada avaliação, pois não adianta um híbrido ser resistente a doença, mas de produtividade baixa.

A partir das avaliações de um Test Cross 1, se avalia o híbrido como uma semente comercial. Diferente de linhagens, este precisa juntar todos os genes favoráveis para expressar o que se deseja e conseguir ter uma boa combinação para a planta conseguir ter todas estas características.

Ensaio de Test Cross 2 é uma repetição de análise combinatória dos parentais (linhagens avançadas ou híbridos) que vão gerar híbridos simples, duplos ou até triplos. Na estação apenas se realiza a produção de híbridos simples. Então após os testes de cruzamentos são codificados os materiais e chamados de híbridos pré comerciais até comprovarem que são híbridos promissores.

Nos ensaios de multiplicação de sementes dentro da estação, chamado de classe P (CP) realizou-se a seleção de espigas quanto a sanidade (ausência ou mínimo possível dentro da população), fileiras de grãos bem formadas na espiga e tamanho de espiga, principalmente. Dentro de cada população em F4, foram classificadas as espigas em três grupos e retirados os grãos deficientes. O primeiro deste, seleção para IE (individual ear) foram coletadas as cinco melhores espigas da população que representam os melhores descendentes.

Acompanhei os ensaios de híbridos pré comerciais ou R3 em diante, que são feitos em vários locais do estado do RS, SC e PR, para os híbridos que são produzidos em Toledo e em Passo Fundo. Basicamente, para iniciar a avaliação no campo é necessário calibrar o olho com os híbridos comerciais que servem de base comparativa.

Os ensaios de equivalence trials são necessários para comparar os materiais próximos geneticamente e avaliar quanto a expressão ou supressão de genes envolvidos nas características. Por exemplo, o híbrido P2530YH que tem a base do P2530H, pode diferenciar um pouco porque tem um parental que possui o gene da tecnologia Yieldgard e isso pode causar uma alteração em alguma característica.

O conhecimento destes materiais consagrados no comércio e as diferenças que ocorrem na morfologia de cada um deles por causa de efeitos ambientais de um local para outro, como maior ou menor radiação devido a nebulosidade, estresse por estiagem, falhas de plantio, manchas de solo ou outro fator qualquer que possa interferir é muito significativo para o sucesso das avaliações.

Em alguns locais há um maior controle destes efeitos por serem produtores de sementes com alto grau tecnológico, isto é, alta disponibilidade de insumos, bom manejo da lavoura e em alguns casos irrigação. Desta maneira, os rendimentos são elevados e a aparência dos materiais é superior do que nos casos que não exista tanto este controle. Por exemplo, houve propriedades que não foram avaliadas por causa de perda completa de ensaios por falta de chuva exatamente na polinização (período crítico). Em outro, o melhorista precisou considerar a altura elevada das plantas do ensaio por causa de estiolamento das plantas. A falta de água causa estresse no enchimento dos grãos e ocasiona o chamado sintoma de chupeta, pois os grãos não formam ou abortam na ponta da espiga. Estes cuidados são importantes, pois isto interfere diretamente nas características avaliadas.

A altura de inserção de espiga na planta e altura da ponta da espiga são características importante que são avaliadas, sendo desejadas uma altura razoável, padrão para híbridos e uma uniformidade desta. O fechamento inteiro da palha na espiga sem formar o bico (chupeta) e nem ficar aberto, isto é, se este fica mais aberto ou mais fechado é importante para não acumular água dentro da espiga e servir de substrato para doenças de final de ciclo. As mortes prematuras de plantas, ou seja, as que senesceram antes das demais, por algum estresse biótico, geralmente *Fusarium*, são anotados. O tombamento de plantas, incidência de doenças, resistência a doenças e hipersensibilidade são aspectos importantes.

5.4. Avaliação de doenças

A cultura do milho é hospedeira de doenças causadas por fungos, bactérias, vírus e nematoides. Dentre estes, os fungos são os principais agentes causais de doenças que causam danos e perdas nas lavouras dos produtores. Segundo a FAO, 30% das perdas totais de produção são referentes às doenças, incluindo dentro da lavoura, no transporte e armazenagem e também no comércio e na casa dos consumidores.

Para reduzir as perdas, devemos preconizar um conjunto de práticas conservacionistas, adotando o manejo integrado de pragas e doenças. O adequado manejo do solo, evitando uso de monoculturas e realizando a rotação de culturas nas glebas da propriedade, considerando a biologia do solo e o ciclo das doenças. Este método previne principalmente patógenos necrotróficos que hospedam os resíduos da cultura anterior. No controle químico preventivo de doenças, tem-se o tratamento de sementes como uma alternativa eficaz contra fungos de solo.

Aplicações preventivas de fungicidas dependem de tecnologia de aplicação eficiente como uso de adjuvantes que potencializam a ação do ingrediente ativo bem como da não ocorrência de chuva. De tal modo, a duração do resíduo da molécula de fungicida nas plantas é pequena, por ser levado pela chuva e umidade, além de que a ação sistêmica na planta ocorre de baixo para cima e as gotas de aplicação atingem muito mais as folhas de cima, ficando o terço inferior do estande de plantas com maior incidência de inóculo (também por já estarem a mais tempo expostas ao ambiente). Algumas moléculas de fungicidas possuem seu mecanismo fungistático, apenas paralisando a atividade do fungo e não eliminando-o. No entanto, evoluiu muito nas últimas décadas a área de químicos com a descoberta de muitas moléculas orgânicas e sintetizadas com objetivo de terem uma menor toxicidade e maior eficácia. Existe a tendência para o uso de químicos indutores de resistência em plantas.

Dentre as práticas de manejo o controle genético pode ser o mais eficiente para determinadas doenças. Visando buscar o controle genético e a redução de danos por doenças a Pioneer realiza a caracterização dos híbridos e linhagens nas regiões no Brasil com o ambiente mais favorável a ocorrência das doenças alvo e em alguns casos realiza a inoculação e controla o molhamento foliar em locais isolados e destinados somente para este fim. A Pioneer considera na caracterização dos híbridos: doenças foliares, doenças de colmo e doenças de espiga.

Para as doenças foliares é considerado na caracterização um score de 1 a 9, onde 1 é 100% de severidade e 9 é 0% de severidade e para as doenças de colmo e espiga é usado um score (severidade) e incidência em colmos e espigas.

Na região de atuação do estágio foi possível diagnosticar e acompanhar a caracterização de algumas doenças foliares que se destacaram. Em particular, os inóculos de Turcicum (*Exserohilum turcicum*) e Mancha-branca (*Phaeosphaeria maydis*) encontram no estado do Paraná uma condição ambiental favorável. A Ferrugem-comum (*Puccinia sorghi*), Ferrugem polissora (*Puccinia polysora*), Cercospora (*Cercospora zea-mayidis*) e Diplodia ambas na espiga e colmo (*D.mayidis*) e (*D. macrospora*) que ocorre na folha também também foram consideradas nas avaliações.

Nesta safra houve pouca ferrugem porque ocorreu baixa umidade, todavia, em ensaios de híbridos pré comerciais no estado do Paraná houve uma alta incidência de Turcicum. A partir de R1, os ensaios em diversos locais servem para justamente promover uma pressão real de campo para aparecimento das doenças de cada região. Este foi um ano atípico porque na estação de Passo Fundo não apareceram muitas doenças como normalmente. Mas em Pato Branco na avaliação de híbridos em R2 foi possível acompanhar uma avaliação de doença com alta incidência de Turcicum e Mancha branca, permitindo ao fitopatologista avaliar os híbridos quanto a resistência (Figura 7).



Figura 7 – Sintomas de Turcicum e Mancha branca. (Foto do autor).

A avaliação usou como parâmetro as linhas dos híbridos P1630H para comparar as linhas de PCTs. Cada parcela continha 4 linhas de 20 plantas do mesmo cruzamento. As anotações eram tomadas numa planilha eletrônica que registrava o nome do híbrido e seus parentais, dando uma nota geral para a parcela.

A Ferrugem polissora, agente causal *Puccinia polysora* (Figura 8) sempre existiu no plantio do tarde no RS. Porém no estado do PR começou a ser um grande problema de uns anos para cá no plantio do cedo.

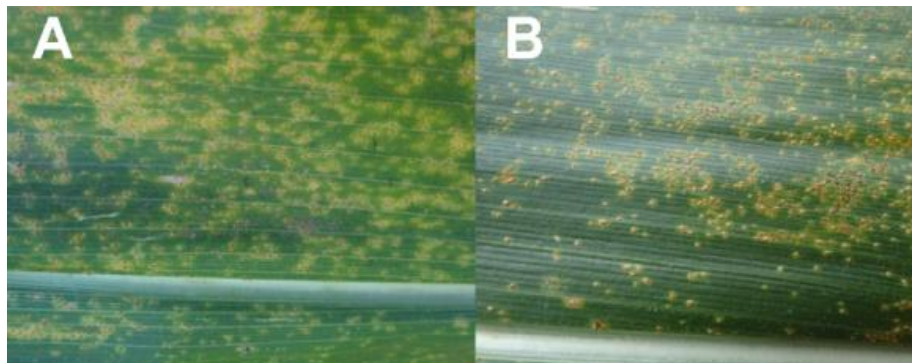


Figura 8 – *P. polysora*, causando lesões no tecido e reação de hipersensibilidade, sintoma clássico de resistência (A) e início da formação de teliospóros (B). (Foto: Dupont Pioneer, 2014).

A ferrugem comum, *Puccinia sorghi* é incidente nas regiões tropicais e tem como planta hospedeira primária o milho e, o trevo (*Oxalis sp.*) como hospedeiro secundário, sendo que para a sobrevivência do patógeno é necessário haver presença de plantas hospedeiras. Caracteriza-se pela formação de pústulas alongadas (Figura 9). As pústulas rompem formando aspecto de fenda

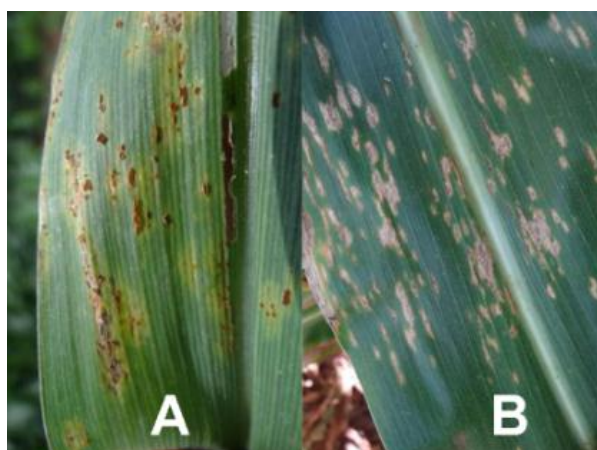


Figura 9 – Ferrugem comum (*Puccinia sorghi*) causando lesões em A com os em B. (Foto: Dupont Pioneer, 2014).

A resistência ao fungo Turcicum, agente causal *Exclerothium turcicum* (Figura 10) é o critério numero um dentro de uma gama de principais doenças, sendo assim, dentro deste contexto, a mancha-branca e as ferrugens precisam estar dentro, pelo menos com intermediários.



Figura 10 – Mancha de turcium (*Exserohilum turcicum*). (Foto: Dupont Pioneer, 2014)

A mancha foliar de Diplodia (*Stenocarpella macrospora*) tem importância por estar presente nos estados de Minas Gerais, Goiás, São Paulo, Bahia e Mato Grosso e na região Sul do país. Apesar de amplamente distribuída, a doença tem ocorrido com severidade entre baixa e média até o momento. Os sintomas são lesões alongadas, grandes, semelhantes às de *Exserohilum turcicum*, mas diferem destas por apresentar, em algum local da lesão, pequeno círculo visível contra a luz (ponto de infecção). (Figura 11).

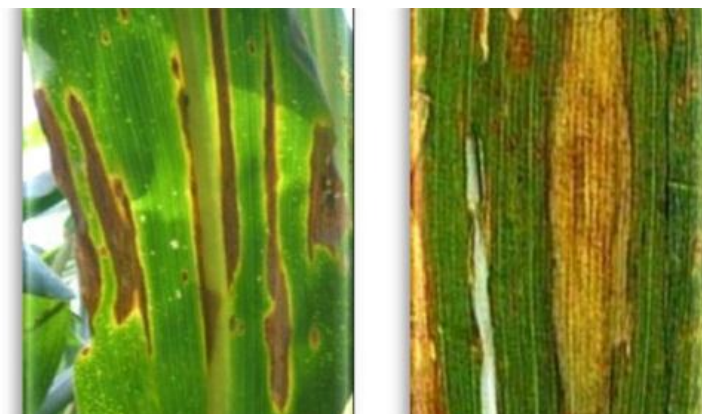


Figura 11 - Mancha foliar de Diplodia (*Stenocarpella macrospora*). A esquerda manchas com reação de hipersensibilidade (sintoma de resistência horizontal) formação de halos amarelados ao redor da mancha, os tecidos necrosam e o patógeno não avança mais na folha. (Foto: Dupont Pioneer, 2014).

A ausência de rotação de culturas e alta umidade favorecem a incidência da Antracnose-do-colmo (*Colletotricum graminicola*). Os sintomas típicos desta doença são lesões estreitas e alongadas, de coloração negra em sentido longitudinal (Figura 12).



Figura 12 – Antracnose do colmo (*Colletotricum graminicola*) em milho. (Foto: cortesia da Dupont Pioneer).

Na Podridão-do-colmo por Fusariose (*Fusarium spp.*), ocorre o murchamento das folhas que se tornam acinzentadas, colmo oco na base em virtude do crescimento do fungo que decompõe o tecido (na altura do primeiro e segundo entre-nó até atingir espiga e toda a planta) e as espigas amolecem; estes são os sintomas predominantes. Nos tecidos externos do colmo podem se formar lesões necróticas de cor marrom e em alguns casos a coloração rosada a salmão. Pode também infectar as raízes da planta. O agente causal mais comum é o *Fusarium verticillioides*. Ambos estão presentes em solos de praticamente todo território brasileiro por se tratarem de fungos necrotróficos que sobrevivem nos restos culturais do milho e podem ser transmitidos via sementes.

Na estação de pesquisa, foi realizado o Projeto Inoculação de Doenças, para Fusarium e Antracnose em ensaios de linhagens e de híbridos pré comerciais. Para preparo da solução com inóculo, tanto para Antracnose quanto Fusariose, primeiramente foi necessário fazer um isolamento em placa de Petri dos patógenos coletados em amostras nos campos. Após identificados e contados os esporos pelo método de câmara de Neubauer, foi ajustada a solução na concentração de 1 milhão de esporos por ml de água. Usou-se duas placas para cada litro, para realizar uma elevada pressão de 500 mil esporos por planta com auxílio de aparelho perfurador de colmo em formato de pistola. Após cerca de 30 dias, foi possível acompanhar a avaliação das inoculações, onde para cada colmo foi aferido uma nota de 1 a 9, sendo critério de seleção de materiais resistentes a nota superior a 3 (Figura 13).



Figura 13 – Inoculação de antracnose. (Foto: Dupont Pioneer, 2014)

Quanto a avaliação da incidência e severidade de doenças no milho, foram usadas escalas de notas. Para as doenças foliares, segundo Ullstrup (s.d.) e Hilty et al. (1974) são utilizadas seis notas. No entanto, para doenças específicas tanto para aspecto geral de sanidade das plantas individuais e das linhas de avaliação dos ensaios, a empresa baseia-se em notas de 1 a 9 e, em alguns casos, apenas de ruim, médio até bom.

5.5. Eventos OGM

Para a obtenção dos Traits faz-se o cruzamento de linhagens avançadas (que doam as combinações desejadas) com o OGM. Os exemplos de eventos OGM são os produtos com H (Herculex™) que detém a tecnologia Bt e Y (Yield Gard™) com gene de resistência a herbicidas com ingrediente ativo glufosinato de amônia.

Nos campos de OGM foi necessário realizar a retirada das espigas das plantas de bordadura e preenchimento das parcelas, para não haver fluxo de genes entre eles e os materiais transgênicos.

5.6. Colheita, secagem, equipamentos e demais atividades

Dentro da estação, a colheita e a polinização são as etapas de maior demanda de mão-de-obra, porque precisam ser realizadas em uma janela curta de tempo e contar

com o máximo de funcionários disponíveis para realização das atividades. Iniciou com a abertura das espigas manualmente, planta por planta nas linhas dos ensaios.

Na Classe P, foram coletadas de vinte a quarenta melhores espigas, fora as cinco de IE, conforme a disponibilidade dentro da população. Estes dois grupos devem manter os grãos em espiga porque serão plantadas linhas vindas da mesma fonte, ou seja, da mesma espiga. As demais espigas que forem colhidas em bulk, do terceiro grupo, geralmente apresentam maiores lesões por insetos e fungos ou algum estresse abiótico que levou a uma baixa sanidade dos grãos, então estes devem ser removidos e os que ficarem nas espigas serão debulhados e peneirados para posterior secagem e armazenagem.

No campo de DH, aonde as linhagens são cultivadas em linhas de 10 plantas, as características principais avaliadas foram altura de inserção da espiga na planta, podridões na espiga, textura de grãos, tamanho de espiga e de grãos, grãos germinados na espiga, coloração de espiga e de sabugo.

Os caracteres: média de graus dia (HU) e altura de plantas já haviam sido realizados previamente, assim como uma nota entre ruim, médio e bom para o genótipo em cada linha de plantio. Um mínimo de 200 grãos foi coletado e anotado em sacos para posterior envio ao secador. É importante observar as espigas que tiveram falhas de polinização na autofecundação porque não formaram todos os grãos possíveis dentro na espiga (Figura 14).



Figura 14 - Falha na polinização por deficiência hídrica. (Fonte do autor).

As plantas neste ensaio são pouco vigorosas porque vieram de processo de transformação em duplo haploides. Outro fator é a dificuldade de não haver

contaminação de pólen devido a uma falha de autofecundação ou pacote rasgado, que resulta em fonte de erro, bem como de alguma segregação que possa acontecer por fator genético.

As máquinas utilizadas para a colheita mecanizada nos ensaios de rendimento avançadas são transportadas até cada local da região sul onde são conduzidos os ensaios. São duas colhedoras adaptadas com plataforma de colheita das linhas separadamente. Os grãos trilhados e peneirados são conduzidos por canecos pelos elevadores, como uma colhedora normal, pesa-se e tira-se a umidade dos grãos antes ensacar cada parcela do experimento separadamente. Dessa maneira foram colhidos os materiais enquanto o restante da lavoura do produtor era colhido, para calcular o rendimento dos ensaios de produtividade dos materiais pré-comerciais.

Depois de passarem pelo secador da estação, os grãos das espigas colhidas a mão dentro nos ensaios internos, foram separados de acordo com a finalidade. Se fosse apenas para multiplicação, eram colhidos em bulk, cerca de vinte a quarenta espigas por bloco, ou se fosse seleção, apenas as três espigas selecionadas. Então, debulhados em trilhadeira especial para pesquisa e embalados em sacos com registro. Após, armazenados adequadamente em câmara fria.

Demais atividades com menor relevância foram realizadas durante o estágio como serviços de manutenção do germoplasma. Um estoque de materiais deveria ser repostado e organizado em lotes, após serem guardados e registrados os pacotes. Outras atividades como organização pós-secagem dos materiais colhidos foram realizadas. Eventualmente atividades de capina e aplicação de agrotóxicos (fungicidas e inseticidas) foram realizadas.

6. DISCUSSÃO E CONSIDERAÇÕES FINAIS

A dificuldade de mão de obra qualificada para realização das atividades de campo é um problema enfrentado pela empresa nesta estação de pesquisa desde que foi fundada, não obstante que no mundo todo existe esta problemática. A cada safra são contratados funcionários temporários para auxiliar nas atividades.

Como algumas operações que precisam de maior conhecimento técnico devem ser feitas em pouco tempo numa área, como a polinização, por exemplo, é necessário treinamento de pessoal que não possui um nível de instrução suficiente para entender os

processos e, isto muitas vezes, pode ser comprometedor para a atividade. Operações de proteção de estigmas e de pendão se forem feitas de maneira errada podem comprometer o ensaio. Enfim, qualquer operação, seja da mais simples a mais complexa, pode acarretar em algum prejuízo durante os próximos anos.

Como sugestão de melhoria na eficiência do trabalho dos funcionários, sugiro persistência no treinamento do pessoal temporário durante os meses de trabalho, principalmente nos dias de chuva onde há pouca demanda de serviço. Entendo que o sucesso no treinamento está relacionado com a dedicação dos funcionários efetivos e dos pesquisadores de campo da estação em desenvolverem protocolos de treinamento prático aos temporários, para que estes entendam melhor o que estão realizando. No entanto, inviabiliza este processo se os pesquisadores associados e os funcionários com maior capacitação não possuírem tempo hábil disponível para executar este tipo de *coaching*, por conta de suas demandas nos períodos de safra ser prioridade.

Entretanto, neste ano teve um grande número de pessoal durante a fase de polinização. Muitos destes graduados em agronomia e biologia, alguns alunos de graduação em contrato de estágio como eu, outros como temporários apenas, e muitos alunos do curso técnico nível médio, em contratos de estágio ou temporários; o que contribuiu muito para o sucesso das atividades, por terem facilidade de aprendizado.

O milho é uma cultura que possui um período crítico para falta de água no estágio anterior e durante a polinização. Se não houver água suficiente no estágio anterior a polinização, não haverá sincronia na liberação de pólen com a receptividade destes pelos estigmas, além de que pode comprometer a própria a formação e viabilidade do pólen. Como resultado de estresse por falta da água neste momento, a espiga não forma os grãos e o potencial de rendimento não é explorado. Este fato é muito crucial e pior do que a falta de água em momentos após a formação dos grãos, pois forma menos grãos por espiga e não compromete apenas em perda de rendimento por peso de grãos. Como alternativa para prevenção do estresse por falta de água no RS, onde as chuvas são irregulares, os produtores devem adotar o cultivo de híbridos de ciclos diferentes se semeados na mesma data, ou cultivar em datas de semeadura diferentes.

Foi visto que existem áreas onde é cultivada monocultura de milho há mais de dez anos. A rotação de culturas é uma prática conservacionista de manejo do solo que visa a melhor ocupação da área do ponto de vista de produção de grãos por área, ou seja, alto rendimento. Em dois anos de soja e um ano de milho (ou sorgo) na safra,

compondo na parte das plantas de cobertura de inverno as gramíneas para produção de grãos ou não (duplo propósito) como aveia-branca, aveia-preta, trigo e cevada e como opção de leguminosas como ervilhaca e trevos, ou ainda o nabo forrageiro.

Dentro destas opções, a propriedade pode realizar um sistema de manejo do solo que enriqueça a qualidade do ponto de vista físico, químico e biológico, tornando este mais sustentável. Unindo ao plantio direto, o aporte de resíduo das culturas antecessoras (vide carbono orgânico no solo) incrementa a ciclagem de nutrientes, mineralizando e os tornando disponíveis às culturas. Bastaria apenas manter o solo corrigido e adubações de ajuste, minimizando as operações de preparo de solo a alto aporte de fertilizantes.

Problemas de morte de plantas por excesso de chuvas que causam podridão de raízes poderiam ser prevenidos com estas práticas. Os problemas de alta pressão de doenças da mesma forma. No entanto, seria interessante para diminuir o risco de perda de materiais geneticamente qualificados que por ventura venham a ser descartados, pois todas as seleções são fenotípicas.

Entretanto, no meu ponto de vista estas práticas sugeridas não são executadas, pois há uma desvantagem em termos de tempo para estabelecimento destes cultivos, tendo em vista que o milho plantado na estação é escalonado, em diferentes épocas de plantio e diferentes ciclos. Assim, dificulta o manejo de culturas para rotação. Outra questão é o tamanho das áreas ser limitado em poucas glebas, o que seria imprescindível à empresa arrendar mais áreas ou estabelecer contratos com os vizinhos e isto muitas vezes é um tanto demorado. Com certeza o tamanho das áreas para desenvolver linhagens e híbridos está relacionado em obter maior quantidade de materiais, mas também requer maior trabalho.

Os campos onde são realizados os ensaios dentro da estação recebem um tratamento diferenciado, logicamente, possuem um espaçamento maior e controle de pragas intenso. Devo comentar que nesta situação não existe uma camada de resíduo de cultura antecessora, pois não se realiza a prática do plantio direto. O solo é preparado a cada safra e fica descoberto durante o cultivo de milho no verão. Deste modo o solo fica suscetível a compactação e perdas por erosão.

Então, uma alternativa seria o cultivo do consórcio de cultivares de aveia com elevada formação de biomassa mais uma leguminosa como a ervilhaca para aportar seus resíduos de palha após dessecação e semear o milho. Porém, existe uma limitação neste

sistema quanto ao desenvolvimento da cultura de cobertura não oferecer quantidades suficientes de palha se forem dessecadas para semear o milho em agosto e setembro.

Em alguns ensaios foi visto que plantas acamaram, seja por fraqueza das próprias plantas pela sua genética, em alguns casos, tombarem pelo vento ou por ataque de larva-alfinete (*Diabrotica spp.*). Estas plantas mais frágeis, em alguns casos, precisaram ser replantadas. Em uma parcela de duplo haploides neste ano, foi necessário o tutoramento de plantas de milho para estas terminarem o ciclo. Também são comuns erros de contaminação de material durante o plantio por conta de falhas na semeadora.

Após a conclusão do estágio, foi possível perceber a verdadeira importância de conhecer o mercado de trabalho antes de terminar a graduação. Entender como o perfil do agrônomo precisa estar alinhado de acordo com a sua frente de cada trabalho, conforme a demanda das grandes empresas. Ponto muito importante foi o grande auxílio de profissionais, futuros colegas, na construção do conhecimento para a formação pessoal e profissional, mesmo com pouco tempo para assimilar todos os conhecimentos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGRIOS, G.N. **Plant Pathology**. 4ª Ed New York: Academic Press, 1997. 635p.

ALLARD R. W . **Principles of plant breeding**. John Wiley & Sons, Inc. 1960.

BORÉM, A. **Melhoramento de espécies cultivadas**. UFV. 1999.

BERGAMASCHI, H. **Desenvolvimento de déficit hídrico em culturas**. Agrometeorologia aplicada à irrigação. Porto Alegre: UFRGS, 1992. p.25-32.

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

BERLATO, M.A.; FARENZENA, H.; FONTANA, D.C. Associação entre El Niño Oscilação Sul e a produtividade do milho no Estado do Rio Grande do Sul. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v.40, p.423-432, 2005. Disponível na internet em: <http://www.scielo.br/pdf/pab/v40n5/24422.pdf>

CONAB. **Levantamento da produção de grãos de milho no Brasil**. Companhia Nacional de Abastecimento. Brasília, Maio, 2012.

CTNBio. **Lei nº 11.105, de 24 de março de 2005. Comissão** técnica nacional de biossegurança. Brasília, 24 de março de 2005; 184o da Independência e 117o da República.

DUPONT PIONEER. SELEME, R. B. **A evolução da biotecnologia na cultura do milho no Brasil**. DuPont Pioneer, Media Center, Artigos 28/06/2013. Disponível na internet em: <http://www.pioneersementes.com.br/Media-Center/Pages/Detalhe-do-Artigo.aspx?p=157&t=A%20evolu%C3%A7%C3%A3o%20da%20biotecnologia%20na%20cultura%20do%20milho%20no%20Brasil>

TEIXEIRA, F.F. et al. **Banco Ativo de Germoplasma de Milho**. Embrapa Milho e Sorgo. Sete Lagoas, 2005.

FEE. Fundação de Economia e Estatística do Rio Grande do Sul. **Perfil socioeconômico do COREDE Campos de cima da Serra. 2014**. Disponível na internet em:

<http://www.fee.rs.gov.br/perfil-socioeconomico/coredes/detalhe/?corede=Campos+de+Cima+da+Serra>

FEHR, W.F. **Principles of Cultivar Development (Volume 1) – Theory and Technic**. Iowa State University. 1991;

FLOR H. H. Science 2 November 1956: 888-889

GEIGER, H. H.; G. A. GORDILLO. **Doubled haploids in hybrid maize breeding**. Maydica. 54:485-499. 2009.

INMET. **Balanco hídrico climatológico do município de Passo Fundo – Normais de 30 anos (1961-1990)**. Agrometeorologia. 2014. Disponível em: <http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=agrometeorologia/balancoHidricoClimatico>

IPAGRO. **Observações Meteorológicas no Estado do Rio Grande do Sul**. (Boletim Técnico, 3) - Porto Alegre, 1979.

MAPA. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. **Cultura do milho**. Disponível na internet: <http://www.agricultura.gov.br/vegetal/culturas/milho>

NAVA, I.C. **Melhoramento para resistência à moléstias**. Disciplina de Melhoramento de Plantas. 2011. Notas de aula (nº18). [SI;Sn].

SABATO, E.O.; PINTO, N.F.J.A.; FERNANDES, S.T. **Identificação e Controle de Doenças na Cultura do Milho**. Embrapa, Brasília, DF. 2013.

STRECK, E. V. et al..**Solos do Rio Grande do Sul**. 2. ed. Porto Alegre: EMATER/RS; Editora UFRGS. 2008. 222 p.

VAN DER PLANK, J.E. **Principles of Plant Infection**. New York: Academic Press, 1975. 216 p.

WORDELL FILHO, J.A.; CHIARADIA, L.A.; BALBIONOT JR., A.A. **Manejo Fitossanitário da cultura do milho**. Florianópolis: Epagri, 2012. 156p.

APÊNDICES

**MILHO 1ª SAFRA
COMPARATIVO DE ÁREA, PRODUTIVIDADE E PRODUÇÃO
SAFRAS 2010/2011 E 2011/2012**

REGIÃO/UF	ÁREA (Em mil ha)			PRODUTIVIDADE (Em kg/ha)			PRODUÇÃO (Em mil t)		
	Safra 10/11 (a)	Safra 11/12 (b)	VAR. % (b/a)	Safra 10/11 (c)	Safra 11/12 (d)	VAR. % (d/c)	Safra 10/11 (e)	Safra 11/12 (f)	VAR. % (f/e)
NORTE	437,0	447,2	2,3	2.594	2.631	1,4	1.133,6	1.176,5	3,8
RR	6,5	6,5	-	2.000	2.000	-	13,0	13,0	-
RO	93,7	101,9	8,8	2.173	2.207	1,6	203,6	224,9	10,5
AC	37,7	39,7	5,3	2.220	2.301	3,6	83,7	91,3	9,1
AM	14,0	14,8	5,7	2.500	2.500	-	35,0	37,0	5,7
AP	3,6	3,6	-	803	880	7,1	2,9	3,1	6,9
PA	213,1	213,1	-	2.556	2.450	(4,1)	544,7	522,1	(4,1)
TO	68,4	67,6	(1,2)	3.665	4.218	15,1	250,7	285,1	13,7
NORDESTE	2.782,8	2.592,5	(6,8)	2.067	2.014	(2,6)	5.752,5	5.222,5	(9,2)
MA	477,6	582,2	24,0	1.842	1.650	(10,4)	879,7	977,1	11,1
PI	349,6	364,3	4,2	2.017	2.304	14,2	705,1	839,3	19,0
CE	723,0	734,6	1,6	1.313	815	(37,9)	949,3	598,7	(36,9)
RN	73,5	14,7	(80,0)	672	269	(80,0)	49,4	4,0	(91,9)
PB	157,2	85,0	(45,9)	617	350	(43,3)	97,0	29,8	(69,3)
PE	298,3	205,8	(31,0)	640	333	(48,0)	190,9	68,5	(64,1)
AL	57,2	48,6	(15,0)	893	370	(58,6)	51,1	18,0	(64,8)
SE	221,4	177,1	(20,0)	4.192	3.730	(11,0)	928,1	660,6	(28,8)
BA	425,0	370,2	(12,9)	4.475	5.474	22,3	1.901,9	2.026,5	6,6
CENTRO-OESTE	530,2	750,8	41,6	7.547	7.758	2,8	4.001,2	5.825,1	45,6
MT	62,1	102,2	64,5	5.899	6.912	17,2	366,3	706,4	92,8
MS	46,0	68,2	48,2	6.700	6.729	0,4	308,2	458,9	48,9
GO	394,6	547,3	38,7	7.850	8.000	1,9	3.097,6	4.378,4	41,3
DF	27,5	33,1	20,4	8.332	8.500	2,0	229,1	281,4	22,8
SUDESTE	1.750,9	1.834,2	4,8	5.508	5.806	5,4	9.644,3	10.648,8	10,4
MG	1.148,0	1.207,1	5,2	5.399	5.831	8,0	6.198,1	7.038,6	13,6
ES	34,3	31,5	(8,1)	2.381	2.440	2,5	81,7	76,9	(5,9)
RJ	7,2	6,1	(15,0)	2.351	2.487	5,8	16,9	15,2	(10,1)
SP	561,4	589,5	5,0	5.963	5.968	0,1	3.347,6	3.518,1	5,1
SUL	2.415,4	2.657,2	10,0	6.373	4.837	(24,1)	15.394,3	12.853,5	(16,5)
PR	768,0	957,5	24,7	7.873	6.660	(15,4)	6.046,5	6.377,0	5,5
SC	548,2	546,0	(0,4)	6.515	5.491	(15,7)	3.571,5	2.998,1	(16,1)
RS	1.099,2	1.153,7	5,0	5.255	3.015	(42,6)	5.776,3	3.478,4	(39,8)
NORTE/NORDEST	3.219,8	3.039,7	(5,6)	2.139	2.105	(1,6)	6.886,1	6.399,0	(7,1)
CENTRO-SUL	4.696,5	5.242,2	11,6	6.183	5.594	(9,5)	29.039,8	29.327,4	1,0
BRASIL	7.916,3	8.281,9	4,6	4.538	4.314	(4,9)	35.925,9	35.726,4	(0,6)

Fonte: CONAB - Levantamento: Maio/2012.

Apêndice I – Área, produtividade e produção dos estados, regiões e do país nas safras 2010/11 e 2011/12 referente ao milho produzido de 1ª safra.

MILHO 2ª SAFRA
COMPARATIVO DE ÁREA, PRODUTIVIDADE E PRODUÇÃO
SAFRAS 2010/2011 E 2011/2012

REGIÃO/UF	ÁREA (Em mil ha)			PRODUTIVIDADE (Em kg/ha)			PRODUÇÃO (Em mil t)		
	Safra 10/11 (a)	Safra 11/12 (b)	VAR. % (b/a)	Safra 10/11 (c)	Safra 11/12 (d)	VAR. % (d/c)	Safra 10/11 (e)	Safra 11/12 (f)	VAR. % (f/e)
NORTE	84,7	101,2	19,5	3.329	3.837	15,3	281,9	388,3	37,7
RO	56,0	58,5	4,6	2.631	2.994	13,8	147,3	175,1	18,9
TO	28,7	42,7	48,8	4.691	4.993	6,4	134,6	213,2	58,4
NORDESTE	364,9	358,7	(1,7)	1.029	1.565	52,1	375,5	561,5	49,5
PI	-	19,3	-	-	4.469	-	-	85,3	-
BA	364,9	339,4	(7,0)	1.029	1.400	36,1	375,5	475,2	26,6
CENTRO-OESTE	3.327,3	4.378,6	31,6	4.002	4.421	10,5	13.314,4	19.358,3	45,4
MT	1.836,3	2.548,8	38,8	3.950	4.468	13,1	7.253,4	11.388,0	57,0
MS	946,8	1.140,0	20,4	3.290	3.900	18,5	3.115,0	4.446,0	42,7
GO	539,3	682,8	26,6	5.400	5.100	(5,6)	2.912,2	3.482,3	19,6
DF	4,9	7,0	42,9	6.900	6.000	(13,0)	33,8	42,0	24,3
SUDESTE	395,1	398,7	0,9	3.311	4.396	32,8	1.308,0	1.752,8	34,0
MG	57,4	95,1	65,7	5.726	5.163	(9,8)	328,7	491,0	49,4
SP	337,7	303,6	(10,1)	2.900	4.156	43,3	979,3	1.261,8	28,8
SUL	1.717,8	1.932,5	12,5	3.610	4.200	16,3	6.201,3	8.116,5	30,9
PR	1.717,8	1.932,5	12,5	3.610	4.200	16,3	6.201,3	8.116,5	30,9
NORTE/NORDESTE	449,6	459,9	2,3	1.462	2.065	41,2	657,4	949,8	44,5
CENTRO-SUL	5.440,2	6.709,8	23,3	3.828	4.356	13,8	20.823,7	29.227,6	40,4
BRASIL	5.889,8	7.169,7	21,7	3.647	4.209	15,4	21.481,1	30.177,4	40,5

FONTES: CONAB - Levantamento: Maio/2012.

Apêndice II – Área, produtividade e produção dos estados, regiões e do país nas safras 2010/11 e 2011/12 referente ao milho produzido de 2ª safra.

MILHO TOTAL (1ª e 2ª SAFRA)
COMPARATIVO DE ÁREA, PRODUTIVIDADE E PRODUÇÃO
SAFRAS 2010/2011 E 2011/2012

REGIÃO/UF	ÁREA (Em mil ha)			PRODUTIVIDADE (Em kg/ha)			PRODUÇÃO (Em mil t)		
	Safra 10/11 (a)	Safra 11/12 (b)	VAR. % (b/a)	Safra 10/11 (c)	Safra 11/12 (d)	VAR. % (d/c)	Safra 10/11 (e)	Safra 11/12 (f)	VAR. % (f/e)
NORTE	521,7	548,4	5,1	2.713	2.854	5,2	1.415,5	1.564,8	10,5
RR	6,5	6,5	-	2.000	2.000	-	13,0	13,0	-
RO	149,7	160,4	7,1	2.344	2.494	6,4	350,9	400,0	14,0
AC	37,7	39,7	5,3	2.220	2.301	3,6	83,7	91,3	9,1
AM	14,0	14,8	5,7	2.500	2.500	-	35,0	37,0	5,7
AP	3,6	3,6	-	803	860	7,1	2,9	3,1	8,9
PA	213,1	213,1	-	2.556	2.450	(4,1)	544,7	522,1	(4,1)
TO	97,1	110,3	13,6	3.988	4.518	13,9	385,3	498,3	29,3
NORDESTE	3.147,7	2.951,2	(6,2)	1.947	1.960	0,7	6.128,0	5.783,9	(5,6)
MA	477,6	592,2	24,0	1.842	1.850	(10,4)	879,7	977,1	11,1
PI	349,6	383,6	9,7	2.017	2.413	19,6	705,1	925,6	31,3
CE	723,0	734,6	1,8	1.313	815	(37,9)	949,3	598,7	(38,9)
RN	73,5	14,7	(80,0)	672	289	(80,0)	49,4	4,0	(91,9)
PB	157,2	85,0	(45,9)	617	350	(43,3)	97,0	29,8	(69,3)
PE	298,3	205,8	(31,0)	640	333	(48,0)	190,9	68,5	(64,1)
AL	57,2	48,6	(15,0)	893	370	(58,6)	51,1	18,0	(64,8)
SE	221,4	177,1	(20,0)	4.192	3.730	(11,0)	928,1	660,6	(28,8)
BA	789,9	709,6	(10,2)	2.883	3.625	22,3	2.277,4	2.501,6	9,8
CENTRO-OESTE	3.857,5	5.129,4	33,0	4.489	4.910	9,4	17.315,6	25.183,4	45,4
MT	1.898,4	2.651,0	39,8	4.014	4.562	13,7	7.619,7	12.094,4	58,7
MS	992,8	1.208,2	21,7	3.448	4.060	17,7	3.423,2	4.904,9	43,3
GO	933,9	1.230,1	31,7	6.435	6.390	(0,7)	6.009,8	7.860,7	30,8
DF	32,4	40,1	23,8	8.115	8.064	(0,6)	262,9	323,4	23,0
SUDESTE	2.146,0	2.232,9	4,0	5.104	5.554	8,8	10.952,3	12.401,6	13,2
MG	1.205,4	1.302,2	8,0	5.415	5.782	6,8	6.526,7	7.529,6	15,4
ES	34,3	31,5	(8,2)	2.381	2.440	2,5	81,7	76,9	(5,9)
RJ	7,2	8,1	(15,3)	2.351	2.487	5,8	16,9	15,2	(10,1)
SP	899,1	893,1	(0,7)	4.813	5.352	11,2	4.327,0	4.779,9	10,5
SUL	4.133,2	4.589,7	11,0	5.225	4.569	(12,6)	21.595,5	20.970,0	(2,9)
PR	2.485,8	2.890,0	16,3	4.927	5.015	1,8	12.247,7	14.493,5	18,3
SC	548,2	548,0	(0,4)	6.515	5.491	(15,7)	3.571,5	2.998,1	(16,1)
RS	1.099,2	1.153,7	5,0	5.255	3.015	(42,6)	5.776,3	3.478,4	(39,8)
NORTE/NORDESTE	3.669,4	3.499,6	(4,6)	2.056	2.100	2,1	7.543,5	7.348,7	(2,6)
CENTRO-SUL	10.136,7	11.952,0	17,9	4.919	4.899	(0,4)	49.863,4	58.555,0	17,4
BRASIL	13.806,1	15.451,6	11,9	4.158	4.265	2,6	57.406,9	65.903,7	14,8

FONTES: CONAB - Levantamento: Maio/2012.

Apêndice III – Área, produtividade e produção dos estados, regiões e do país nas safras 2010/11 e 2011/12 referente ao milho total produzido.