

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

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

Ana Carla Didoné
00261346

“Melhoramento genético de milho para a região Sul do Brasil”

Porto Alegre (RS), Brasil
maio de 2020

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL (UFRGS)
FACULDADE DE AGRONOMIA
CURSO DE AGRONOMIA

“Melhoramento genético de milho para a região Sul do Brasil”

Ana Carla Didoné
00261346

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

Supervisora de campo do Estágio: Eng. Agr. Dra. Jane Rodrigues de Assis Machado
Orientador Acadêmico do Estágio: Eng. Agr. Prof. Dr. Itamar Cristiano Nava

COMISSÃO DE AVALIAÇÃO

Prof. Pedro Selbach.....Depto de Solos (Coordenador)
Prof. Alberto Inda Jr.....Depto de Solos
Prof. Alexandre Kessler.....Depto Zootecnia
Prof. André Luis Thomas.....Depto de Plantas de Lavoura
Prof. Carine Simione.....Depto de Plantas Forrageiras e Agrometeorologia
Prof. Carla Andrea Delatorre.....Depto de Plantas de Lavoura
Prof. José Antônio Martinelli..... Depto Fitossanidade
Prof. Sérgio Tomasini.....Depto de Horticultura e Silvicultura

Porto Alegre (RS), Brasil

maio de 2020

AGRADECIMENTOS

Ao ser que rege as leis do universo, esteja ele onde estiver, meu muito obrigada.

Aos meus avós Tecla, Domingos e Fedelino, que do alto acompanharam minha jornada para chegar até aqui, servindo de exemplo e apoio para seguir o caminho.

À minha mãe Rosicler, por ser a minha fortaleza, abrigo e exemplo, por me ensinar a jamais aceitar as coisas erradas e por me permitir voar. Ao meu pai Sergio, pelo exemplo de ética e honestidade, por me passar valores e respeito. À minha irmã Amanda, por ser uma extensão de mim mesma, por me ensinar a dividir e por me mostrar o que realmente importa.

Ao meu orientador, Prof. Itamar Nava, por despertar em mim a curiosidade pelo melhoramento genético, pelo auxílio neste trabalho e por todas as aulas impecavelmente ministradas.

A todos os professores que passaram pela minha vida, desde a educação infantil até a graduação, sou um pouquinho de cada um de vocês e jamais chegaria até aqui se não fosse por vocês. Muito obrigada.

Aos meus amigos de Casca, que desde criança me acompanharam na jornada da vida, me mostrando a importância de fortalecer nossas raízes.

Aos meus amigos que fiz ao longo da graduação, por terem sido minha família em Porto Alegre, por entenderem minhas angústias e compartilharem alegrias.

À Universidade Federal do Rio Grande do Sul, por ter me dado condições de estudar em uma instituição pública, gratuita e de qualidade, e por ter me tornado a profissional que sou hoje.

À EMBRAPA por ter aberto as portas para realização do meu estágio.

EPÍGRAFE

“É egoísmo, próprio de imaturos, pensar só nos frutos, quando se planta; a colheita não é a melhor recompensa para quem semeia; já somos bastante gratificados pelo sentido de nossas vidas, quando plantamos (...)

- Ninguém vive só de semear, pai.

- Claro que não, meu filho; se outros hão de colher do que semeamos hoje, estamos colhendo por outro lado do que semearam antes de nós. É assim que o mundo caminha, é esta a corrente da vida.”

Raduan Nassar

RESUMO

O Trabalho de Conclusão de Curso foi realizado na Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) durante os meses de janeiro, fevereiro e março de 2020, em uma unidade descentralizadora localizada no município de Passo Fundo/RS, na Embrapa Trigo. O objetivo foi acompanhar em loco, sob condições de campo, a condução de um programa de melhoramento genético de milho. As atividades realizadas foram associadas às áreas de manejo e de melhoramento de milho, sendo a autofecundação de linhagens endogâmicas, isolamento de espigas e isolamento de pendões as principais atividades. Ainda, participação em atividades associadas ao manejo da lavoura após o seu estabelecimento em campo como adubação, capina e aplicação de herbicidas, obtendo-se assim, um conhecimento geral da rotina de um programa de melhoramento, bem como a vivência em uma empresa pública de pesquisa através do contato com pesquisadores das mais diversas áreas que são responsáveis pela manutenção da pesquisa no País.

LISTA DE FIGURAS

Figura 01. Sede da Embrapa Trigo, Passo Fundo/RS.....	13
Figura 02. Etapas da autofecundação do milho.....	25
Figura 03. Etapas do despendoamento.....	25
Figura 04. Etapas da etiquetagem e avaliação.....	27
Figura 05. Coleta de raízes de planta de milho para posterior análise.....	28

SUMÁRIO

1.Introdução.....	8
2.Caracterização de Passo Fundo	9
2.1. Aspectos socioeconômicos.....	9
2.2. Aspectos edafoclimáticos	10
3. Cultivo de milho no Rio Grande do Sul	11
4. Caracterização da EMBRAPA	12
4.1.Embrapa Trigo	12
5.Rerefencial Teórico	14
5.1. A cultura do milho	14
5.2. Características das lavouras de milho na Região Sul	15
5.3. Principais limitações no cultivo de milho	16
5.4. Melhoramento genético de milho.....	18
5.4.1 Objetivos do melhoramento de milho.....	18
5.4.2 Tipos de cultivares e geração de variabilidade genética	18
5.4.3 Método de melhoramento genético	20
6. Atividades realizadas	23
6.1. Obtenção de linhagens endogâmicas	23
6.1.1 Autofecundação artificial	23
6.1.2. Despendoamento.....	25
6.2. Cruzamentos <i>top-cross</i>	26
6.2.1 Etiquetação e avaliação	26
6.3 Outras atividades	27
7. Discussão	29
8. Considerações Finais.....	31
9. Referências Bibliográficas	32

1.Introdução

A área cultivada com milho no Rio Grande do Sul vem diminuindo ao longo dos anos. Segundo dados do Censo Agropecuário divulgados pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) em 2017a, o milho ocupa a quarta posição no *ranking* de lavouras anuais por área colhida no estado, ficando atrás de soja, arroz e trigo. A região do Noroeste Gaúcho e da Campanha são as mais importantes, mantendo boas médias de produção da cultura ao longo dos anos, proporcionando ao Rio Grande do Sul uma produtividade de 6,72 t/ha. Já no quesito lavoura anual por número de estabelecimentos, a cultura do milho aparece em primeiro lugar no *ranking* gaúcho, somando 180.010 estabelecimentos no total, comprovando a importância da cultura principalmente na agricultura familiar, onde pode ser utilizado tanto para consumo próprio quanto para alimentação animal (IBGE, 2017b).

Um grande número de atividades foi realizado durante o desenvolvimento do estágio, incluindo atividades ligadas ao manejo de plantas e melhoramento genético de milho. A carga horária total do estágio superou 300 horas e foi realizado no período de 06 de janeiro a 06 de março de 2020. O estágio foi conduzido sob a supervisão da Engenheira Agrônoma responsável pelo Programa de Melhoramento de Milho e Sorgo da Embrapa Trigo, Dra. Jane Rodrigues Machado de Assis, e pela equipe de apoio ao programa.

O estágio foi realizado no município de Passo Fundo/RS, onde localiza-se o Centro Nacional de Pesquisa de Trigo (CNPT) da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA). A EMBRAPA é uma das principais instituições públicas do País no desenvolvimento de pesquisas relacionadas ao setor agropecuário e melhoramento genético de plantas. A área experimental onde o Programa de Melhoramento de Milho e Sorgo é conduzido localiza-se no município de Coxilha/RS, distante cerca de 12 km da sede da Embrapa Trigo, em Passo Fundo. O principal objetivo do estágio foi acompanhar as atividades relacionadas ao melhoramento genético de milho.

2.Caracterização de Passo Fundo

2.1. Aspectos socioeconômicos

O município de Passo Fundo está localizado na região Sul do Brasil, no interior do estado do Rio Grande do Sul. Pertencente à Mesorregião do Noroeste Rio-grandense e Microrregião de Passo Fundo, também conhecida como a “capital do planalto médio”. Possui uma área total de 783,4 km² e uma população de cerca de 202.344 habitantes (DATASEBRAE, 2019). A distância de Passo Fundo à capital do estado, Porto Alegre, é de aproximadamente 295 km. As principais vias de acesso ao município são a BR 285 (Lagoa Vermelha/Carazinho), RS 135 (Erechim), RS 153 (Soledade/Porto Alegre) e RS 324 (Marau/Bento Gonçalves) (PASSO FUNDO, 2017a).

Passo Fundo possui um índice de desenvolvimento humano (IDH) de 0,776, considerado alto. O produto interno bruto (PIB) alcançou R\$ 8.584.861,140 reais no ano de 2017, representando 2% do PIB estadual (DEE/SEPLAG, 2017), e classificado como o 6º maior do estado e 109º do Brasil. Entre os principais setores da economia destacam-se a agropecuária, indústria e comércio com presença marcante em setores da saúde e educação (IBGE, 2019).

A agricultura está presente em todas as regiões do território gaúcho, porém é possível identificar algumas concentrações regionais, determinadas a partir da participação das principais atividades no valor acrescentado bruto (VAB) da agricultura do Estado. Das espécies vegetais cultivadas, soja, milho e trigo destacam-se no Planalto Médio, nas Missões e no Alto Uruguai, respectivamente. Na região da Campanha e Sul, o cultivo de arroz representa a principal atividade agrícola. Já nas regiões do Vale do Rio Pardo, Campos de Cima da Serra, e Serra Gaúcha, destacam-se o tabaco, maçã e uva, respectivamente (FEE, 2016).

Atualmente, novos empreendimentos industriais incrementam a geração de riqueza e contribuem para a qualificação dos processos produtivos, comerciais e logísticos, influenciando no crescimento do setor de serviços, que emprega grande parte da população (PASSO FUNDO, 2017b). No que se refere ao setor agropecuário, em 2017 foram cultivados 45,788 mil hectares, sendo que destes, a cultura da soja representou 87,4% da área, enquanto a aveia ocupou 6,6% e o milho apenas 2,2%. Além disso, o rebanho bovino do município superou 12 mil animais (DATASEBRAE, 2019).

2.2. Aspectos edafoclimáticos

O clima do município de Passo Fundo, segundo a classificação de Köppen, é Cfa, com chuvas bem distribuídas durante o ano e temperatura média do mês mais quente, janeiro, superior a 22 °C. A precipitação média anual está compreendida entre 1500 e 1800 mm, sendo bem distribuídas ao longo do ano e sem estação de seca definida (PASSO FUNDO, 2009). Situado a 680 metros de altitude, possui um relevo ondulado e suavemente ondulado, formado por elevações com longos pendentes que criam depressões fechadas (coxilhas). Os solos são oriundos de derrame basáltico, profundos e bem drenados. Segundo o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (SiBCS), pertencem ao grupo Latossolo Vermelho, caracterizados por serem solos profundos (mais de 250 cm) e argiloso, bem drenados, porosos, de coloração avermelhada e muito friáveis. Na maioria dos casos há o desenvolvimento de um horizonte B latossólico, podendo ocorrer uma ligeira podzolização. Ainda, são facilmente corrigíveis com adubos e fertilizantes. Na vegetação predominam campos abertos com matas nativas do tipo Floresta Subtropical com araucária (PASSO FUNDO, 2017a).

3. Cultivo de milho no Rio Grande do Sul

Na região Noroeste, uma das consequências diretas da expansão da soja foi a redução da área cultivada com milho. Entre 2010 e 2019, o acréscimo de área para o cultivo da oleaginosa na região foi de mais 330.000 hectares, enquanto a área de milho foi reduzida em aproximadamente 200.000 hectares. No Estado, nesse mesmo período, a área plantada de soja cresceu 45%, enquanto a de milho recuou 33,6%. Entretanto, no quesito exportação gaúcha o milho contribui com apenas 4% no setor de cereais, farinhas e preparações, ficando atrás do arroz (86%) e do trigo (8%) (FEIX; LEUSIN JÚNIOR, 2019).

Apesar da área cultivada com milho ser inferior à área cultivada com soja no Rio Grande do Sul, o rendimento financeiro médio por hectare cultivado é muito similar entre estas espécies. Por exemplo, o município de Passo Fundo apresentou um rendimento financeiro médio de R\$ 3.960 para o milho e R\$ 3.937 para a soja no ano de 2017 (DATASEBRAE, 2019). O milho perde espaço justamente por ser uma cultura de verão que compete por área com a soja, porém, trata-se de uma cultura fundamental a ser adotada nos preceitos do sistema plantio direto que visa a rotação de culturas.

O mercado do milho deve ser examinado sob a ótica das cadeias produtivas ou dos sistemas agroindustriais (SAG). O milho é insumo para produção de uma centena de produtos, mas somente na cadeia de suínos e aves são consumidos cerca de 70% do milho produzido no mundo e entre 70 e 80% do milho produzido no Brasil (ABIMILHO, 2010). Tendo em vista que o Rio Grande do Sul possui o 4º maior rebanho de aves e o 2º maior rebanho de suínos do País, segundo dados do Censo Agropecuário de 2017, o cultivo do milho é de grande importância nestas propriedades produtoras de animais, levando em consideração que a grande maioria delas são minifúndios.

4. Caracterização da EMBRAPA

A Embrapa é uma empresa pública que atua diretamente em atividades de pesquisa, desenvolvimento e inovação no setor agropecuário brasileiro. Desta forma, produtos, processos, serviços, metodologias, sistemas e práticas agropecuárias são disponibilizados para o setor agropecuário. Além disso, a empresa é responsável pela elaboração de estudos, ações e informações qualificadas para aumentar a competitividade e sustentabilidade da agropecuária brasileira. Também gera informações que contribuem para a formulação e o aprimoramento de políticas públicas relacionadas ao agronegócio.

A Embrapa foi criada em 26 de abril de 1973, com sede em Brasília. Atualmente, possui 43 unidades descentralizadas distribuídas por todo o País, sendo sete delas presentes no Rio Grande do Sul, como a Embrapa Trigo, situada em Passo Fundo. Além da estrutura física, a empresa conta com uma equipe de 2424 pesquisadores, sendo que destes, 84% apresentam formação em nível de Doutorado ou Pós-doutorado em universidades brasileiras e do exterior.

4.1. Embrapa Trigo

A Embrapa Trigo (Figura 01), criada em 28 de outubro de 1974 no município de Passo Fundo, é classificada como uma unidade descentralizadora da Embrapa. O quadro técnico é constituído por 213 colaboradores, sendo 45 pesquisadores, 37 analistas e 131 técnicos e assistentes. A equipe está organizada em três Núcleos de Pesquisa, sendo eles: melhoramento e biotecnologia, manejo e nutrição de plantas, e proteção de plantas. Cada núcleo promove a discussão de temas técnicos afins a sua área de conhecimento, elabora e conduz projetos de pesquisa, além de contribuir para o planejamento estratégico de ações da Instituição.

O centro de pesquisa conta com uma estrutura de 15 casas de vegetação, quatro blocos de telados totalizando aproximadamente 9.000 m² de área coberta, 10 laboratórios e cinco bancos ativos de germoplasma (BAG) para trigo, cevada, triticale, centeio e aveia. Possui um Núcleo Avançado de Pesquisa e Transferência de Tecnologia para Trigo Tropical, localizado em Uberaba/MG, contabilizando 426 hectares para a condução de experimentos. Ainda possui dois campos experimentais, localizados em Passo Fundo/RS e Coxilha/RS. O campo experimental localizado em Coxilha também é denominado “Área II” e utilizado para a condução de experimentos com trigo, cevada, centeio, triticale, soja, melhoramento genético, experimentos de longa duração em solos,

experimentos de valor de cultivo e uso (VCU), além de pesquisas com a cultura do milho e multiplicação de sementes básicas. O presente estágio foi realizado na área II, local onde as principais etapas do programa de melhoramento de milho são conduzidas em condições de campo.

Figura 01. Sede da Embrapa Trigo, Passo Fundo/RS.



Fonte: a autora, 2020.

5. Referencial Teórico

5.1. A cultura do milho

O milho é originário da América Central ou do México, tendo começado a ser domesticado há mais ou menos 8 mil anos. Existem várias teorias sobre a origem e a evolução do milho, e a mais aceita atualmente pela comunidade científica é que foi originado a partir do progenitor ancestral teosinto (*Zea mays* ssp. *parviglumis*). Essa planta produz uma espiga muito pequena e grãos que podem ser moídos para fazer farinha; também podem ser utilizados na alimentação e estourados no fogo, formando um tipo de pipoca. De qualquer maneira, os povos primitivos que habitaram a América Central conseguiram domesticar o milho e, ao mesmo tempo, por seleção, produzir um número bastante grande de raças (PATERNIANI *et al.*, 2000).

O milho (*Zea mays* L.) é uma espécie que pertence à família Poaceae, derivada do ancestral teosinto, *Zea mays* ssp. *parviglumis*. A sua grande adaptabilidade, representada pela elevada variabilidade genética presente nos diferentes genótipos de milho, permite o seu cultivo desde o Equador até além dos trópicos, e desde o nível do mar até altitudes superiores a 3600 metros. Desta forma, o milho apresenta uma ampla adaptação, sendo cultivado em climas temperados, tropicais e subtropicais (BARROS *et al.*, 2014).

Cinco espécies do gênero *Zea* são reconhecidas atualmente, com base nas características morfológicas e nos delineamentos geográficos estabelecidos de acordo com Buckler & Stevens (2005). Estes grupos compreendem: i) *Zea diploperennis*: teosinto diploide e perene, encontrado em regiões muito limitadas das montanhas do Oeste do México; ii) *Zea perennis*: teosinto tetraploide e perene, também com distribuição restrita às montanhas do Oeste do México; iii) *Zea luxurians*: teosinto diploide e anual, encontrado em regiões equatoriais do Sudeste da Guatemala e Honduras; iv) *Zea nicaraguensis*: teosinto diploide, anual e muito próximo ao *Zea luxurians*, é encontrado na Nicarágua e v) *Zea mays* L.: compreende espécies diploides e anuais, altamente polimórficas, incluindo outros teosintos e o milho cultivado.

A espécie *Zea mays* L. foi subdivida em quatro subespécies diploides ($2n=20$ cromossomos). As subespécies são: i) *Zea mays* L. subsp. *huehuetenangensis*: teosinto anual encontrado em poucas montanhas do Noroeste da Guatemala; ii) *Zea mays* L. subsp. *mexicana*: teosinto anual das montanhas das regiões Central e Norte do México, iii) *Zea mays* L. subsp. *parviglumis*: teosinto anual, comum no Sudoeste do México e iv) *Zea*

mays L. subsp. *mays*: milho, provavelmente domesticado no Sul do México (BUCKLER *et al.*, 2005).

No decorrer das últimas décadas, o milho alcançou a posição de maior cultura agrícola do mundo, ultrapassando a marca de um bilhão de toneladas produzidas e superando a produção de arroz e trigo. Concomitantemente à sua importância em termos de produção, a cultura ainda se notabiliza pelos diversos usos. Estimativas apontam para mais de 3.500 aplicações deste cereal. Além da relevância no aspecto de segurança alimentar, na alimentação humana e, principalmente, animal, é possível gerar a partir do milho uma grande quantidade de produtos, incluindo combustíveis, bebidas, polímeros, etc (MIRANDA, 2018).

O Brasil encontra-se na terceira posição entre os maiores produtores de milho do mundo e o segundo maior exportador, com elevado consumo doméstico do cereal, uma vez que é um dos principais produtores mundiais de proteína animal. Ao longo dos últimos cinco anos, a dinâmica da cadeia produtiva do milho mudou significativamente no País, visto que o grão deixou de ser apenas um produto destinado à alimentação animal, mas também uma *commodity* exportável, além de se firmar, nestes dois últimos anos, como uma matriz energética na produção de etanol (CONAB, 2018).

O cultivo de milho no Brasil ocupa uma área superior a 15 milhões de hectares e uma produção de 88.099.622 toneladas (IBGE, 2017). Mato Grosso é o estado com a maior participação na produção, seguido do Paraná e Goiás. O Rio Grande do Sul configura como o sexto maior produtor nacional (IBGE, 2017). Segundo dados do CensoAgro 2017, o Brasil detém uma produtividade média de 5,58 toneladas por hectare cultivado. Já o estado do Rio Grande do Sul apresenta produtividade maior que a média nacional, chegando a 6,72 t/ha. Apesar do grande volume de produção, possui pequena participação no mercado internacional, já que a maior parte é consumida internamente.

5.2. Características das lavouras de milho na Região Sul

Em regiões de clima subtropical, como no Rio Grande do Sul, além da posição geográfica, fatores ambientais como temperatura do ar e umidade do solo exercem grande influência na época de semeadura. Variações na temperatura do ar, radiação solar e disponibilidade hídrica influenciam o crescimento e o desenvolvimento das plantas (LOZADA *et al.*, 1999).

A produção de milho no Brasil é caracterizada pelo plantio em duas épocas: primeira safra (safra de verão) e segunda safra (safrinha). Os plantios de verão são realizados em todos os estados, na época tradicional, durante o período chuvoso, que ocorre no final de agosto, na região Sul, até os meses de outubro/novembro, no Sudeste e Centro-Oeste. Já a safrinha refere-se ao milho de sequeiro, plantado extemporaneamente, geralmente de janeiro a março ou até, no máximo, meados de abril, quase sempre depois da soja precoce e predominantemente na região Centro-Oeste e nos estados da região Sul e Sudeste (PEREIRA FILHO, 2015).

5.3. Principais limitações no cultivo de milho

O milho é uma espécie com metabolismo fotossintético C₄, caracterizado por um mecanismo de concentração de CO₂ no sítio ativo da Ribulose-bifosfato-carboxilaseoxigenase (Rubisco) do ciclo de Calvin e Benson, que mantém alta razão CO₂ / O₂ e elimina a fotorrespiração (EHLERINGER et al., 1997). Dos três subgrupos de plantas C₄ classificados de acordo com a enzima descarboxilativa, o milho pertence àquele que apresenta a maior eficiência de uso da radiação solar ou eficiência quântica, com valor médio de 64,5 a 69 $\mu\text{mol mol}^{-1}$, enquanto outras espécies C₄ apresentam valores em torno de 52,6 a 60,4 $\mu\text{mol mol}^{-1}$. Esta maior eficiência é atribuída à anatomia das plantas que possuem este mecanismo, sendo menor área entre as nervuras e lamela suberizada, que previne a perda de CO₂ para o meio (HATTERSLEY, 1984).

Várias respostas do milho aos elementos meteorológicos (precipitação pluvial, insolação, radiação solar global e temperatura) decorrem de seu mecanismo fotossintético C₄, que resultam em alta produtividade e, em consequência, alto rendimento de grãos, superando outras espécies cultivadas. Estes conceitos são fundamentais, sobretudo quanto às interações da planta e o ambiente físico, com ênfase para radiação solar, CO₂, temperatura, água e nitrogênio (BERGONCI *et al.*, 2002).

Quanto às temperaturas, a maior velocidade de crescimento dos caules e das folhas ocorre em temperaturas que variam de 25 a 35 °C. Já a maior produção potencial é atingida com temperaturas médias que variam de 21 a 27 °C, em períodos com 120 a 180 dias sem geadas. O crescimento das plantas e a parte aérea, quando em temperaturas

abaixo de 15 °C é limitado e, em geral, temperaturas negativas (- 1 °C) ocasionam a morte da planta (BELLIDO, 1991).

Considerando a disponibilidade hídrica, a produção de milho pode ser afetada drasticamente por estiagens curtas, se estas coincidirem com o período crítico da cultura. Mesmo em anos que apresentam condições climáticas favoráveis, se o déficit hídrico ocorrer no período crítico, que vai da pré-floração ao início de enchimento de grãos, pode haver redução no rendimento do milho (BERGAMASCHI *et al.*, 2004). O milho é uma das culturas mais exigentes em fertilizantes, especialmente os nitrogenados. O suprimento inadequado de nitrogênio é considerado um dos principais fatores limitantes ao rendimento de grãos, pois o N exerce importante função nos processos bioquímicos da planta. Ele é constituinte de proteínas, enzimas, coenzimas, ácidos nucleicos, fitocromos e da clorofila (CANTARELLA, 1993).

As principais doenças que afetam a cultura do milho são mancha-branca (etiologia indefinida); ferrugens causadas por *Puccinia sorghi* (ferrugem-comum), *Puccinia polysora* (ferrugem-polissora) e *Physopella zae* (ferrugem-branca ou tropical); queimada-turcicum (*Exserohilum turcicum*); cercosporiose (*Cercospora zae-maydis* e *Cercospora sorghi* f. sp. *maydis*); mancha foliar por *Stenocarpella macrospora* (*Diplodia macrospora*); antracnose-foliar (*Colletotrichum graminicola*); enfezamento-pálido e o enfezamento-vermelho (PINTO *et al.*, 2006).

Existem vários herbicidas registrados para o controle de plantas daninhas e com seletividade para a cultura do milho, porém, as principais invasoras encontradas na cultura do milho pertencem ao gênero *Cyperus*, *Amaranthus*, *Cynodon*, *Brachiaria*, *Digitaria*, *Cenchrus* (VARGAS *et al.*, 2006). Nos ecossistemas agrícolas, plantas daninhas levam vantagem competitiva sobre plantas produtoras de grãos, pois o melhoramento genético objetiva obter acréscimo no rendimento econômico, e isso quase sempre é acompanhado por decréscimo no potencial produtivo (PITELLI, 1985).

As pragas que atualmente causam danos expressivos nas lavouras de milho no Sul do Brasil são a lagarta-do-cartucho (*Spodoptera frugiperda*) e algumas espécies de percevejos (*Dichelops* spp.). A larva-alfinete (fase larval da “vaquinha”, *Diabrotica speciosa*) e a cigarrinha-do-milho (*Dalbulus maidis*) (vetor de patógenos às plantas) também podem causar danos significativos nas lavouras, principalmente em cultivos na “safrinha”. Pragas secundárias e ocasionais também causam prejuízos às plantas, muitas vezes exigindo a aplicação de medidas de controle para que não causem dano econômico (WORDELL *et al.*, 2016).

5.4. Melhoramento genético de milho

5.4. 1 Objetivos do melhoramento de milho

No Brasil existem inúmeras instituições públicas e privadas na área de melhoramento genético de milho. O principal objetivo dessas instituições é desenvolver e recomendar genótipos e/ou cultivares que associam elevado potencial de produtividade a características agronômicas desejáveis. Todavia, um dos grandes problemas que o melhoramento de milho enfrenta é que, quando os genótipos são avaliados em ensaios de competição em vários ambientes, a classificação relativa entre eles em geral varia amplamente de ambiente para ambiente, o que dificulta de forma substancial a identificação daqueles efetivamente superiores. A essa oscilação no comportamento dos genótipos, frente às variações ambientais, dá-se o nome de interação genótipo x ambiente (SOUZA, 1989).

Em média, 50% do aumento da produção de milho nas últimas décadas pode ser atribuída aos esforços conjuntos nas áreas de melhoramento genético e manejo cultural. As principais características que proporcionaram tal incremento foram a tolerância aos estresses abióticos, especialmente à seca, e a resistência aos estresses bióticos, como doenças e pragas. Além disso, mudanças morfológicas e fisiológicas aumentaram a eficiência no crescimento, desenvolvimento e partição dos fotoassimilados das plantas. Algumas características não foram alteradas em razão do interesse dos melhoristas em mantê-las, a exemplo do ciclo dos cultivares. Embora os melhoristas sempre tenham objetivado o aumento da produtividade de grãos, a necessidade de selecionar também para adaptação geral, os híbridos comerciais de milho passaram a apresentar maior nível de tolerância aos estresses abióticos (BORÉM *et al.*, 2013).

5.4.2 Tipos de cultivares e geração de variabilidade genética

O milho cultivado é uma espécie monoica, com inflorescências separadas nas mesmas plantas, caracterizando-se como uma planta alógama com reprodução cruzada natural superior a 96% (PATERNIANI *et al.*, 2005). Ao contrário das espécies autógamas, as populações de espécies alógamas são caracterizadas pela grande heterogeneidade genética e fenotípica. Os indivíduos da população apresentam elevada proporção de locos gênicos em heterozigose (exemplo *Aa*). As populações naturais alógamas são consideradas mais flexíveis, por gradativamente otimizarem sua frequência

gênica para o ambiente onde são cultivadas. Outro aspecto distinto das alógamas é a significativa perda de vigor com a endogamia. Em espécies alógamas, o tipo de cultivar mais comum é o híbrido; no entanto, outros tipos também são viáveis, como as cultivares de polinização aberta (BORÉM *et al.*, 2013).

A variabilidade genética existente no milho pode ser explorada através do uso direto dos germoplasmas ou de maneira indireta, através de cruzamentos controlados, visando a incorporação de genes para posteriores trabalhos de seleção. Melhoristas de plantas dependem de variabilidade genética existente na natureza como matéria prima para desenvolvimento de cultivares modernas e superiores do ponto de vista agrônomo. As três principais fontes de variabilidade para o melhoramento clássico são: a) hibridação e recombinação genética, b) indução a mutações pelo uso de agentes químicos ou físicos e c) coleções de germoplasma de espécies selvagens ou relacionadas à espécie de interesse (LOPES *et al.*, 1995).

No início do estabelecimento dos bancos de germoplasma, não havia conscientização sobre a importância do material genético básico. No caso do milho, os bancos de germoplasma tiveram origem com os trabalhos da Fundação Rockefeller, no México (PATERNIANI *et al.*, 2000). Porém, um dos fatores que mais tem influenciado o sucesso dos programas de melhoramento de milho no Brasil é a disponibilidade de germoplasma melhorado, capaz de sustentar o desenvolvimento de híbridos tropicais de alto desempenho agrônomo. Este sucesso foi possibilitado em parte pelo esforço realizado no final dos anos 60 e início da década de 70, quando houve um incremento muito grande na ampliação da base genética disponível no País, na forma de coleta de variedades locais, formação de compostos, obtenção de variedades melhoradas e sintéticos (LOPES *et al.*, 1995).

O advento da tecnologia de DNA recombinante e a possibilidade de transformação genética de plantas, dá ao melhorista acesso a um novo e variado "pool" de genes, possibilitando a transferência de genes além dos limites permitidos pelo melhoramento clássico. Desta forma, o desenvolvimento de cultivares cada vez mais produtivas e adaptadas às mais diversas condições de cultivo, que tem sido tradicionalmente obtidas através de estratégias clássicas de melhoramento, pode ser acelerado com a utilização de técnicas de mapeamento molecular, manipulação gênica e transformação genética (LOPES *et al.*, 1995).

5.4.3 Método de melhoramento genético

Durante milênios, o trabalho de seleção das espécies foi feito basicamente mediante observação do fenótipo das plantas, de forma muito lenta e sem uma base científica sólida. Só em meados do século 19 a humanidade começou a ter uma compreensão dos mecanismos genéticos envolvidos neste processo, a partir das descobertas do monge Gregor Mendel (1822-1884), considerado um importante nome na descoberta dos princípios da genética como ciência. As novas necessidades do mercado, o surgimento de doenças e pragas cada vez mais agressivas, a capacidade de adaptação às novas condições de ambiente e de manejo foram responsáveis pelo desenvolvimento de métodos de melhoramento, que permitem a organização da variabilidade genética dentro das populações e, conseqüentemente, maior eficiência de genótipos superiores. A descoberta de metodologias de melhoramento mais aprimoradas e de tecnologias de inovação serviram para o desenvolvimento de cultivares com desempenho agrônômico superior as já presentes até então.

Em programas de melhoramento genético visando o lançamento comercial de cultivares híbridas, a obtenção de linhagens endogâmicas provenientes de populações com expressivo desempenho “per se”, a avaliação do seu desempenho em combinações híbridas e a seleção de genótipos são objetivos básicos (LEMOS *et al.*, 2002). A seleção de linhagens no decorrer do processo de endogamia deve ser feita corretamente, pois um erro nesta etapa irá comprometer todo o programa de melhoramento (RAMALHO *et al.*, 2012). Para que o sucesso seja alcançado, é exigido que se obtenha um elevado número de prováveis genitores em gerações iniciais de autofecundação artificial, e que essas gerações sejam avançadas até atingir o nível desejado de locos gênicos em homozigose (ROSAL *et al.*, 2000).

As principais etapas que ocorrem em um programa de melhoramento de alógamas, como é o caso do milho são: a obtenção de linhagens endogâmicas por meio de autofecundações artificiais sucessivas (endogamia) e a obtenção de híbridos experimentais por meio do cruzamento de genótipos que apresentam excelente capacidade combinatória. A segunda etapa visa a obtenção de combinações híbridas (F₁) com potencial comercial, com elevada frequência de locos em heterozigose, a fim de explorar a máxima heterose e/ou vigor híbrido, além da possibilidade de obtenção de diferentes tipos de híbridos, como simples, duplos e triplos (ZANCANARO, 2003).

Para formação desses híbridos é necessária a utilização de pelo menos duas linhagens endogâmicas. Geneticamente, o potencial produtivo dos híbridos é maior que o das variedades de polinização aberta e entre os híbridos, os híbridos simples são os mais produtivos e uniformes, e os híbridos duplos os menos produtivos e menos uniformes. Num outro grupo encontram-se as variedades de polinização aberta, uma vez que as sementes para o próximo plantio/safra são obtidas sem a necessidade de um rigoroso controle da polinização, como ocorre na formação dos híbridos. Normalmente este tipo de cultivar é utilizado por pequenos agricultores, que tem o hábito de produzir a semente na sua propriedade agrícola (SOUZA *et al.*, 2002).

O terceiro passo é uma extensão do primeiro passo, onde ocorre a seleção das linhagens que apresentarem as melhores características fenotípicas para o programa. Visualiza-se no campo e avalia-se o desempenho individual de cada linhagem que possa ter um desempenho superior para que avance no programa de melhoramento. Essas características podem variar de programa para programa e são pré-definidas pelo melhorista (ZANCANARO, 2003). A interação do genótipo x ambiente reduz a correlação entre o fenótipo e o seu genótipo, restringindo a validade das inferências sobre o comportamento do ponto de vista do melhoramento e da herança de caracteres quantitativos. É importante avaliar as magnitudes das interações genótipos x locais e genótipos x anos, para orientar as estratégias de melhoramento e a recomendação de cultivares em função da estabilidade fenotípica dos genótipos para cada região de adaptação (LOCATELLI *et al.*, 2002).

Com a análise desses resultados, tem-se a identificação das linhagens com a melhor capacidade de combinação e a identificação das melhores combinações híbridas e, então, ocorre a predição de híbridos. Tendo-se o desempenho dos híbridos simples, pode-se prever o desempenho dos híbridos triplos e duplos possíveis. A campo são conferidas notas diferentes que podem variar de um a cinco sobre determinadas características avaliadas no programa, como estatura de plantas, altura da espiga, *stay-green* (senescência retardada de folhas e colmo), severidade de doenças, empalhamento de espiga, estande e acamamento (ZANCANARO, 2003).

As próximas etapas incluem a realização da multiplicação das linhagens endogâmicas parentais dos melhores híbridos (aumento de sementes), multiplicação de sementes das melhores combinações híbridas, instalação de rede nacional de ensaios de valor de cultivo e uso (VCU) por dois ou três anos, ensaio de distinguibilidade, homogeneidade e estabilidade (DHE), identificação das regiões de adaptação dos híbridos

(interação genótipo x ambiente) que já ocorre durante o desenvolvimento de linhagens endogâmicas e, por fim, o lançamento do híbrido no mercado (ZANCANARO, 2003).

6. Atividades realizadas

As principais atividades realizadas durante o estágio se basearam na obtenção de linhagens endogâmicas, com a realização de autofecundações artificiais; na multiplicação de sementes, com a realização do despendoamento manual; na avaliação de combinações híbridas, no preparo da área, realização de etiquetagem e avaliação em si, entre outras atividades de manejo da lavoura.

As etapas de desenvolvimento de linhagens endogâmicas superiores e teste de novas combinações híbridas de milho, tem como objetivo o lançamento de cultivares adaptada para a região Sul, com alto potencial produtivo, bom empalhamento e, principalmente, que sejam resistentes a doenças. Quanto ao ciclo dos híbridos (hiper precoce, precoce ou tardio), não há uma grande preocupação em lançamentos específicos, tendo em vista que qualquer programa de melhoramento não deve basear-se em apenas um único material, mas sim em vários materiais, com características e ciclos distintos, a fim de atender aos diferentes níveis de tecnologia e a demanda de cada produtor.

6.1. Obtenção de linhagens endogâmicas

6.1.1 Autofecundação artificial

Para que se obtenha linhagens endogâmicas, sucessivas gerações de autofecundação artificial das melhores plantas de cada população de melhoramento são realizadas. Esta etapa confere bastante trabalho manual e esforço da equipe de apoio do programa de melhoramento, (Figura 02), tendo em vista o grande número de autofecundações realizadas em cada geração. O número de gerações de autofecundação pode chegar até oito, e requer cuidados especiais para que não haja mistura de sementes e muito menos mistura de pólen provinda de plantas vizinhas na hora de realizar a autofecundação.

O primeiro passo para a autofecundação ser realizada se dá no isolamento total da espiga assim que ela iniciar o seu desenvolvimento, podendo ser até mesmo antes da extrusão dos primeiros estilo-estigmas, com auxílio de um saco plástico. Ela deve ser protegida e isolada a fim de que não receba o pólen de nenhuma outra planta, até que o pólen da própria planta se encontre viável para que seja realizada a polinização manual.

O segundo passo para a autofecundação envolve a cobertura do pendão da planta assim que o pólen se encontrar maduro. Essa etapa deve ser realizada na véspera da polinização, e apenas quando 40% ou mais das anteras estiverem abertas e liberando o pólen. A atividade é realizada com auxílio de um saco de papel que possui uma cera impermeabilizante em seu exterior, para evitar que o orvalho ou a chuva umedeçam o papel e inviabilizem o pólen. As listras na parte externa do saco de papel significam que a planta foi autofecundada. Para vedar o papel e obstruir tanto a saída do pólen quanto a entrada de pólen externo, são realizadas dobras e com o auxílio de um grampeador ou um *clips* a selagem é realizada.

O terceiro passo é a polinização artificial, realizada quando o estilo-estigma da planta já está aparente e receptivo e o pólen se encontra maduro. A atividade ocorre da seguinte maneira: o pendão pode ser quebrado ou não, mas são realizados movimentos de leves batidas nos sacos de papel a fim de que o pólen seja liberado e se acumule no saco, após, cuidadosamente faz-se a abertura do saco, a fim de que todo o pólen encontrado dentro, seja depositado sobre os estilo-estigmas da planta. Para isso, a espiga é rapidamente descoberta pela retirada do saco plástico e quase que concomitantemente o saco de papel é virado e praticamente encaixado sobre a mesma, realizando um contato pólen-estilo-estigma, com intuito de realizar a melhor polinização possível. Após isso, o saco de papel que antes foi utilizado para coletar o pólen, agora servirá de proteção para a espiga que sofreu autofecundação para a garantia de que não haverá contaminação cruzada de alguma outra planta.

Figura 02. Etapas da autofecundação do milho.



(Fonte: a autora, 2020)

6.1.2. Despendoamento

Na obtenção de híbridos ou na produção de sementes híbridas, o despendoamento das fileiras femininas de milho é a prática mais largamente utilizada para o controle dos cruzamentos. Esta operação consiste na retirada dos pendões das plantas utilizadas como fêmeas por ocasião do início da floração, antes do lançamento do pólen, evitando, assim, a autopolinização (Figura 03). A remoção do pendão é capaz de produzir aumentos na produção de sementes de milho, devido ao desvio dos materiais fotoassimilados usados na formação do pólen, para o desenvolvimento da semente (MARTIN *et al.*, 2007)

A operação ocorre da seguinte maneira: os campos de polinização são isolados no tempo ou no espaço para a preservação da pureza genética. O esquema de plantio dos parentais obedece a critérios específicos ($2♀ \times 1♂$ ou $4♀ \times 1♂$ ou $6♀ \times 2♂$). O despendoamento é feito através do arranquio manual do pendão tão logo emergirem, devendo-se segurar o pendão com uma das mãos, puxando-o firmemente para cima, destacando-se toda a estrutura floral e, em algumas vezes, ocorre a remoção de folhas do ápice, junto ao pendão, o que poderá provocar redução da produtividade e da qualidade das sementes.

Figura 03: Etapas do despendoamento.



(Fonte: a autora, 2020)

6.2. Cruzamentos *top-cross*

São realizados os testes de capacidade combinatória, quando as linhagens são avaliadas em cruzamentos, através de seus híbridos. No cruzamento *top-cross* utiliza-se como macho (doador de pólen) um testador comum a todas os indivíduos de grupo heterótico distinto dos genótipos e pode-se cruzar grande número de indivíduos. Com base nos resultados dos experimentos, são selecionados os indivíduos cujos cruzamentos apresentaram melhor desempenho com base em suas progênes híbridas. A avaliação de outras características, além da capacidade combinatória, varia conforme a necessidade e demanda de cada programa de melhoramento, mas em geral envolvem estatura de plantas, altura de espiga, número de plantas acamadas, número de plantas quebradas e resistência às principais doenças de cada área de adaptação.

6.2.1 Etiquetagem e avaliação

Para que todo o árduo trabalho manual realizado no campo não se perca e possa ser continuado no avanço de gerações nos anos subseqüentes, torna-se indispensável uma organização prévia e realizada principalmente próxima da colheita. A etapa de etiquetagem dos híbridos a fim de que se possa avaliar seu desempenho, quantificar suas características e separá-los na hora da colheita e armazenagem de sementes é fundamental.

A etapa de etiquetagem ocorre dias antes da avaliação e requer o máximo de atenção possível, ocorrendo da seguinte maneira: cada linha no campo contém um híbrido distinto, então a ordem não deve ser alterada, sendo utilizado o mapa de plantio para gabarito. As etiquetas são previamente destacadas, identificadas com o nome ou numeração, local e ano e impressas em um papel impermeável, sendo resistente ao ataque de pragas e de intempéries do tempo. Apenas a primeira planta de cada linha recebe a etiqueta, sendo então responsável pela distinção de toda a linha.

A etapa de avaliação ocorre próximo ao ponto de colheita das plantas e deve ser realizada do início ao fim pela mesma pessoa, para não haver discordâncias quanto aos critérios pré-estabelecidos de cada avaliador. São avaliadas características como acamamento, quebramento, estatura de plantas, altura de espiga, estante, peso de grão, arquitetura da planta etc (Figura 04). Para cada híbrido avaliado é dada uma nota que varia de 1 a 5, sendo 1 a nota mais alta, que expressa melhor as características e 5 a nota

mais baixa, onde há baixo ou nenhum desempenho satisfatório das características em avaliação.

Figura 04: Etapas da etiquetagem e avaliação



(Fonte: a autora, 2020)

6.3 Outras atividades

Neste tópico serão relatadas, brevemente, outras atividades realizadas tanto no programa de melhoramento, como em outras áreas de pesquisa da Embrapa Trigo. Para que se mantenha a área de cultivo livre de competição com plantas daninhas propiciando à cultura o máximo uso de água, luz e nutrientes foram realizadas algumas capinas manuais nas entrelinhas de plantio. A necessidade de tais capinas está associada a não eficácia do herbicida na área, justamente causadas pelo controle bastante atrasado do local, perdendo o tamanho ideal das plantas para aplicação do agrotóxico, que deveria ocorrer no estágio de plântula. Ainda, outras avaliações foram realizadas, como a contagem de plantas germinadas em cada parcela de linhagens endogâmicas semeadas.

A participação de um treinamento em segurança do trabalho e um treinamento em código de conduta e ética da Embrapa também foram atividades realizadas no período de estágio e fundamentais para o bom andamento do mesmo. Bem como, a participação em palestras realizadas na própria sede: Multiplicação de sementes genéticas com o

pesquisador e responsável pelo laboratório de sementes da Embrapa Trigo, Dr. Luiz Eichelberger e Melhoramento de Milho na Embrapa Trigo voltado para região Sul ministrada pela Dra. Jane Rodrigues de Assis Machado.

Além disso, foram realizadas coletas de raízes de milho (Figura 5), em conjunto com o pesquisador Dr. José Pereira da Silva Junior, responsável pelo laboratório de microbiologia da Embrapa Trigo, com intuito de avaliar a eficiência de um inoculante comercial, recomendado para a solubilização de fósforo, aumentando o aporte para a cultura. Não obstante, sempre que necessária e solicitada ajuda pelo melhoramento genético de trigo, foi realizada a trilha manual de espigas das populações segregantes para assegurar a limpeza, armazenagem e posterior plantio das sementes. Para isso, os grãos da espiga colhida são separados da gluma, pálea e lema através do atrito das mesmas a uma superfície áspera qualquer.

Figura 05: Coleta de raízes de planta de milho para posterior análise.



(Fonte: a autora, 2020)

7. Discussão

O programa de melhoramento genético de milho da Embrapa visando o lançamento comercial de cultivares híbridas segue os objetivos básicos apresentados por Lemos *et al.*, 2002. Desta forma, linhagens endogâmicas provenientes de populações com expressivo desempenho “per se” são desenvolvidas, a avaliação do seu desempenho em combinações híbridas e a seleção de genótipos. A seleção de linhagens no decorrer do processo de endogamia é feita de maneira correta pelo programa de melhoramento de milho da Embrapa Trigo, tendo em vista a escolha dos materiais com expressão das características desejadas. Todavia, a área experimental do ponto de vista agrônomo poderia ser melhor manejada, no que diz respeito a alta incidência de plantas daninhas e a adubação nitrogenada, não acompanhando um estágio fenológico definido para tais aplicações e controle, e nem uma dosagem previamente definida, podendo comprometer o desenvolvimento das próximas etapas ou gerações do programa.

Além disso, pode-se dizer que o programa possui êxito por obter um elevado número de prováveis genitores em gerações iniciais de autofecundação artificial, e que essas gerações são avançadas até atingir um elevado índice de locos gênicos em homozigose. A autofecundação está sendo realizada de maneira adequada, visto que têm sido geradas espigas com poucas falhas e de tamanhos adequados, o que permite por si só gerar sementes para o avanço da geração seguinte. Essas gerações subsequentes são conduzidas a campo, onde ocorrem seleções fenotípicas. Para que a cultura se desenvolva e expresse seu potencial, são garantidas adubações nitrogenadas e o programa conta com um sistema de irrigação, sendo fundamental na região Sul por haver períodos de estiagem no verão.

É de suma importância que não apenas híbridos simples sejam lançados por uma empresa como a Embrapa, mas também híbridos duplos, triplos e até variedades de polinização aberta. Por exemplo, a semente de híbridos duplo ou triplo além de serem economicamente mais viáveis para o produtor, atendem uma parcela da agricultura familiar que não possui o alto aporte tecnológico necessário para o melhor desempenho de um híbrido simples. Variedades de polinização aberta podem ser a chave para um bom rendimento da cultura quando não há as melhores condições de solo e há baixo investimento em insumos.

Atualmente, o programa de melhoramento de milho sofre sua maior crise desde que foi instalado na região de Passo Fundo, tendo diminuído o número de técnicos, de

melhoristas e a equipe em geral. Isso ocorre pela dificuldade na obtenção de recursos financeiros para o mesmo, além da competição com empresas multinacionais, que possuem um arsenal infinitamente maior de laboratórios, pesquisas com biotecnologia e edição gênica, possibilitando o lançamento comercial de híbridos de forma mais rápida e eficiente. Provavelmente, em um futuro breve o programa seja extinto e mantido apenas o programa de melhoramento na Embrapa Milho e Sorgo, em Sete Lagoas, MG.

As parcerias estratégicas se mostram importantes para que a empresa se mantenha fortalecida no lançamento de híbridos. São exemplos a parceria com a Embrapa Milho e Sorgo, que realiza o avanço de gerações de autofecundação e predição de híbridos, além de servir como banco de germoplasma e troca de material genético, sendo um suporte muito importante para o programa na região Sul. Os ensaios em vários locais favorecem a geração de cultivares amplamente adaptadas, possível através de parcerias com propriedades particulares e produtores de sementes. Além disso, a Embrapa Trigo disponibiliza inúmeras vagas para realização de estágios, dissertações de mestrado e teses de doutorado, sendo preenchidas por alunos das universidades privadas presentes no município. Essa mão de obra se torna essencial para a manutenção de todo o trabalho realizado na unidade, seja em laboratórios, na pesquisa e principalmente no campo. Nos períodos de verão, onde uma grande parte dos colaboradores se encontra de férias, a presença dos estagiários para o desenvolvimento das atividades se faz fundamental.

8. Considerações Finais

A partir da realização do estágio foi possível conhecer melhor as práticas culturais e etapas que ocorrem em um programa de melhoramento genético de milho. A Embrapa é uma instituição que visa o desenvolvimento de conhecimentos e tecnologias que possam facilitar o trabalho dos técnicos e produtores no campo, além de gerar pesquisas que abranjam todo e qualquer produtor, desde o mais favorecido em tecnologias até a agricultura familiar de subsistência. Para isto, são necessárias várias unidades e pessoas que estejam engajadas e preocupadas em atingir o público alvo, tendo em vista a grande extensão do território brasileiro.

A Embrapa Trigo é uma instituição que possui pesquisadores competentes, técnicos e colaboradores que fazem com que o trabalho e a pesquisa sejam desenvolvidos da melhor maneira possível e com a máxima excelência, com aquilo que possuem. O programa de melhoramento genético de milho é desafiador, tendo em vista a grande quantidade de empresas privadas que investem em híbridos de alta qualidade, porém com um valor exorbitante. A instituição tem o papel de desenvolver híbridos que sejam adaptados às diferentes regiões, que abranjam uma vasta gama de características e que sejam acessíveis aos produtores.

A contenção de gastos devido ao desmonte das instituições públicas afetam diretamente a Embrapa e suas demais linhas de pesquisa e, posteriormente, afetam diretamente a população brasileira que, cada dia mais, carece de informações e tecnologia para não ficar atrás das outras nações. Sem informação não há avanço. Com isso, muitas das linhas de pesquisa e extensão correm o risco de serem extintas ou de serem sucateadas pela não manutenção dos mesmos. Seguindo a mesma linha, a empresa pode ficar cada dia mais defasada em comparação com empresas privadas.

O estágio obrigatório é uma etapa indispensável para a formação do(a) Engenheiro(a) Agrônomo(a) como profissional, já que é onde une-se a teoria vista na academia com a prática diária no campo e que, por vezes, divergem em muitos pontos. É no estágio que se percebe a associação de fatores que está envolvida em cada sistema produtivo e que, muitas vezes, é estudada de forma separada no ambiente acadêmico. Essa visão holística é extremamente benéfica e enriquecedora para o(a) futuro(a) Agrônomo(a), fornecendo mais segurança para enfrentar o dia a dia da profissão com ética e responsabilidade.

9. Referências Bibliográficas

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS DE MILHO – **ABIMILHO**.

www.abimilho.com.br. Acesso em mar. 2020.

BARROS, José F. C.; CALADO, José G. A Cultura do Milho. Texto de apoio para as Unidades Curriculares de Sistemas e Tecnologias Agropecuários, Tecnologia do Solo e das Culturas. **Noções Básicas de Agricultura e Fundamentos de Agricultura Geral**. Escola de ciências e tecnologia departamento de fitotecnia Évora, 2014.

BELLIDO, L.L. (1991). **Cultivos Herbáceos - Cereales**. Vol. 1, Ed. Mundi-Prensa, Madrid. 539 p.

BERGAMASCHI H.; DALMAGO, G. A.; BERGONCI, J. I; BIANCHI, C. A. M. **Distribuição hídrica no período crítico do milho e produção de grãos**. Pesq. Agropec. Bras., Brasília, v.39, n.9, p.831-839, set. 2004.

BERGONCI, J.I.; BERGAMASCHI, H. **Ecofisiologia do milho**. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 24., 2002, Florianópolis, SC. Anais... Florianópolis, SC : ABMS/EMBRAPA/EPAGRI, 2002. (CD-ROM).

BORÉM, Aluízio. MIRANDA, Glauco Vieira. **Melhoramento de plantas**. 6. ed. rev. ampl.. Viçosa, UFV, 2013. 523 p.

BUCKLER, E. S.; STEVENS, N. M. **Maize origins, domestication, and selection**. In: MOTLEY, T. J; ZEREGA, N.; CROSS, H. (Eds.). [s.t.], New York: Columbia, 2006. P.67-90.

CANTARELLA, H. Calagem e adubação do milho. In: BÜL, L.T.; CANTARELLA, H. (Eds). **Cultura do milho: fatores que afetam a produtividade**. Piracicaba : POTAFOS, 1993. p.147-19.

Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB). **Perspectivas para a agropecuária / Companhia Nacional de Abastecimento – v.1** – Brasília : Conab, 2018- v. Disponível em: <http://www.conab.gov.br>. Acesso em: mar. 2020.

DATASEBRAE. **Perfil das Cidades Gaúchas – Passo Fundo, 2019**. Disponível em: < https://datasebrae.com.br/municipios/rs/Perfil_Cidades_Gauchas-Passo_Fundo.pdf >. Acesso em: mai. 2020.

Departamento de Economia e Estatística - DEE/SEPLAG. **Produto interno bruto dos municípios do RS, 2017**. Disponível em <https://estado.rs.gov.br/upload/arquivos/pibmunicipal-apresentacao.pdf>. Acesso em: fev. 2020.

EHLERINGER, J. R.; CERLING, E.T.; HELLIKER, B. R. **C4 photosynthesis, atmospheric CO2, and climate**. Oecologia, Berlin, v.12, 112, p.285-299,1997.

EMBRAPA. **Embrapa trigo**: pesquisa e desenvolvimento. A unidade. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/trigo/pesquisa-e-desenvolvimento> >. Acesso em: fev. 2020.

FEIX, R. D.; LEUSIN JÚNIOR, S. **Painel do agronegócio no Rio Grande do Sul — 2019**. Porto Alegre: SEPLAG, DEPARTAMENTO DE ECONOMIA E ESTATÍSTICA, 2019.

HATTERSLEY, P.W. **Characterization of C4 type leaf anatomy in grasses** (Poaceae). Mesophyll: bundles sheath area ratios. Annual of Botany, Londres, v. 53, n.2, p.163-179, 1984.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Passo Fundo: panorama**. Rio de Janeiro, [2019]. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/rs/passofundo/panorama>. Acesso em: mar. 2020.

IBGE. **Censo Agropecuário 2017a**. Disponível em https://censos.ibge.gov.br/agro/2017/templates/censo_agro/resultadosagro/agricultura.html?localidade=43&tema=82267. Acesso em: mar. 2020.

IBGE. **Censo Agropecuário 2017b**. Disponível em https://censoagro2017.ibge.gov.br/templates/censo_agro/resultadosagro/agricultura.html?localidade=0&tema=76510 . Acesso em: mar. 2020.

IBGE. **Censo Cidades**. Disponível em <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/rs/passofundo/panorama>. Acesso em: fev. 2020.

LEMOS, A.R., GAMA, E.E.G., MENEZES, D., SANTOS, V.F., Tabosa J.N., (2002)

Avaliação de dez linhagens de milho superdoce em um dialelo completo.

Horticultura Brasileira, 20: 167-170.

LOCATELLI, A. B.; FEDERIZZI, L. C.; NASPOLINI FILHO, V. **Capacidade combinatória de nove linhagens endogâmicas de milho (*Zea mays* L.) em dois ambientes.** *Ciência Rural*, v. 32, n. 3, p. 365-370, 2002.

LOPES, M. A.; SANTOS, M. X. dos; PARENTONI, S. N.; GUIMARAES, P. E. de O.; GAMA, E. E. G. e; SILVA, A. E. da; CORREA, L. A.; PACHECO, C. A. P.; MAGNAVACA, R. **O programa de melhoramento de milho do Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo.** In: TALLER DE COSECHA DE MAICES TOLERANTES A SUELO ACIDO,2., e REUNION SUDAMERICANA DE COORDINADORES DE MAIZ,2., 1995. CIAT, Cali, 1995. p. 1-48.

LOZADA, B.I.; ANGELOCCI, L.R. **Efeito da temperatura do ar e da disponibilidade hídrica do solo na duração de subperíodos e na produtividade de um híbrido de milho (*Zea mays*).** *Revista Brasileira de Agrometeorologia*, v.7, p.37-43, 1999.

MARTIN, T. N. et al. **Questões relevantes na produção de sementes de Milho-primeira parte.** *Revista da FZVA*, v. 14, n. 1, 2007.

MIRANDA, R. A. de. **Uma história de sucesso da civilização**. A Granja, v. 74, n. 829, p. 24-27, jan. 2018.

PASSO FUNDO. Prefeitura Municipal. **Relatório de Avaliação Ambiental (RAA) do Programa de Desenvolvimento Integrado do Município de Passo Fundo**

(**PRODIN**). Passo Fundo, 2009. Disponível em:

http://www.pmpf.rs.gov.br/servicos/geral/multimidia/RELATORIO_AVALIACAO_AMBIENTAL_PRODIN.pdf. Acesso em: mar. 2020.

PASSO FUNDO. Prefeitura Municipal. **Características físicas**. Passo Fundo, 2017a.

Disponível em: <http://www.passofundo.rs.gov.br/secao.php?t=11&p=325>. Acesso em abr. 2020.

PASSO FUNDO. Prefeitura Municipal. **Economia**. Passo Fundo, 2017b. Disponível em: <http://www.passofundo.rs.gov.br/secao.php?t=11&p=577>. Acesso em abr. 2020.

PATERNIANI, E.; CAMPOS, M. S. **Melhoramento do milho**. In: BORÉM, A. (Ed.). Melhoramento de espécies cultivadas. Viçosa: UFV, 2005. p. 491-552.

PATERNIANI, E; NASS, L. L.; DOS SANTOS, M. X. **O valor dos recursos genéticos de milho para o Brasil**. Uma história brasileira do milho-o valor dos recursos genéticos, 2000.

PEREIRA FILHO, I. A. Cultivo do Milho: Apresentação. *In: Sistemas de Produção Embrapa. Cultivo do Milho.* [S. l.], 2015. Disponível em:
https://www.spo.cnptia.embrapa.br/conteudo?p_p_id=conteudoportlet_WAR_sistemasdeproducao16_1ga1ceportlet&p_p_lifecycle=0&p_p_state=normal&p_p_mode=view&p_p_col_id=column-2&p_p_col_count=1&p_r_p_-76293187_sistemaProducaoId=7905&p_r_p_-996514994_topicoId=8658. Acesso em: 25 mai. 2020.

PINTO, N. J. A.; SANTOS, M. A.; WRUCK, D. S. M. **Principais doenças da cultura do milho.** Informe Agropecuário, 27:82-94. 2006.

PITELLI, R. A. **Interferência de plantas daninhas em culturas agrícolas.** Informe agropecuário, v. 120.11, p. 16-27, 1985.

RAMALHO, M.A.P.; ABREU, F.B.A., SANTOS; J.B.,nunes, J.A.R (2012) **Aplicações da Genética Quantitativa no Melhoramento de Plantas Autógamas.** 1ed. Lavras. Editora UFLA, 522p.

ROSAL, C.J.S., RAMALHO, M.A.P., GONÇALVEZ, F.M.A., ABREU, A.F. B.,(2000) **Seleção precoce para a produtividade de grãos no feijoeiro.** *Bragantia*,59(2): 189-195.

SOUZA, F.R.S. **Estabilidade de cultivares de milho (*Zea mays* L.) em diferentes épocas e locais de plantio em Minas Gerais.** Lavras : ESAL, 1989. 80p. Dissertação de Mestrado.

SOUZA, J.C.; RIBEIRO, P.H.; MARQUES JÚNIOR, O.; MORETO, A.L. (2002).
Avaliação de Híbridos Simples, Triplo e Duplos e Suas Respectivas Gerações Endogâmicas. XXIV Congresso Nacional de Milho e Sorgo, Florianópolis.

VARGAS, L.; PEIXOTO, C. M.; ROMAN, E. S. **Manejo de plantas daninhas na cultura do milho.** Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2006. 20 p. html. (Embrapa Trigo)
Disponível em: http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/do/p_do61.htm. Acesso em: 20 abr.2020.

WORDELL FILHO, J. A. et al. **Pragas e doenças do milho: diagnose, danos e estratégias de manejo.** Florianópolis: Epagri, 2016.

ZANCANARO, P.O. **Melhoramento Genético do Milho.** 2013. 124 slides. Disponível em: <http://www.esalq.usp.br/departamentos/lgn/lgn0313/iog/Palestra_Melhoramento%20de%20Milho.pdf>. Acesso em: 23 mai. 2020.